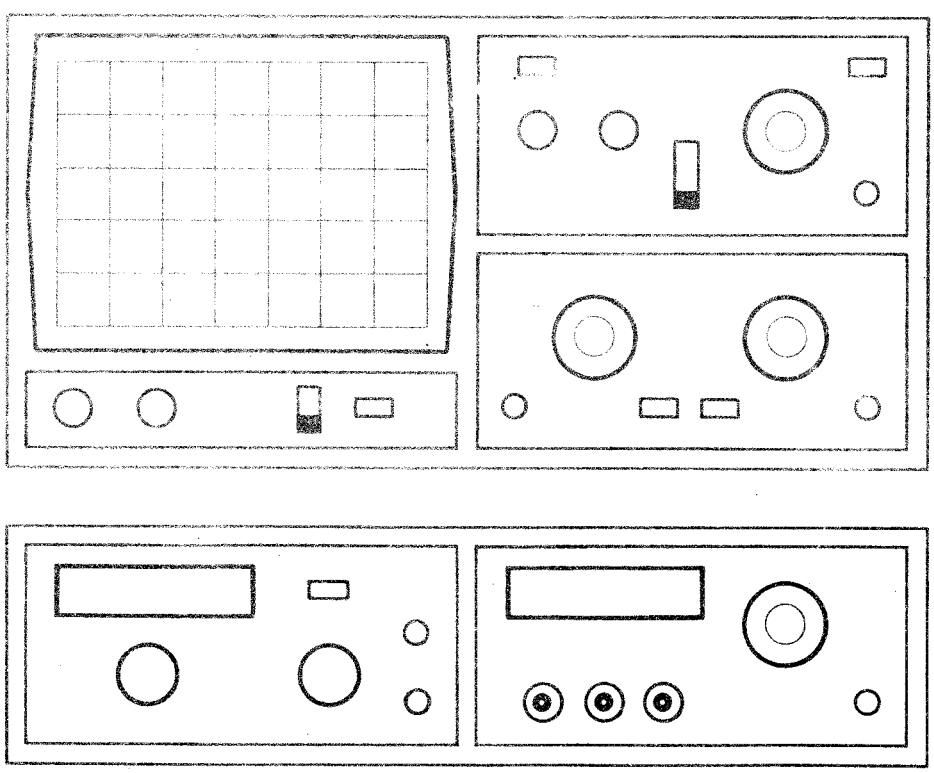
HAMEG
Instruments

MANUAL

Oscilloscope
HM 203-4



INHALTSVERZEICHNIS HM 203-4

Oszilloskop-Datenblatt mit technischen Einzelheiten P1-2
Zubehör-Kurzdaten Z1

Bedienungsanleitung
- Allgemeine Hinweise M1
- Garantie M1
- Sicherheit M1
- Betriebsbedingungen M2
- Inbetriebnahme und Voreinstellungen M2
- Korrektur der DC-Balance M3
- Art der Signalspannung M3
- Größe der Signalspannung M4
- Zeitwerte der Signalspannung M5
- Anlegen der Signalspannung M6
- Abgleich des Tastteilers M7
- Betriebsarten M7
- Triggerung und Zeitablenkung M8
- Komponenten-Test M9
- Aufstell-Tragegriff M10
- Wartung M11
- Zubehör M11
- Testbilder M12

Kurzanleitung mit herausklappbarem Frontbild K1

Testplan
- Allgemeines T1
- Strahlröhre: Helligkeit und Schärfe, Linearität, Rasterverzeichnung T1
- Astigmatismuskontrolle T1
- Symmetrie und Drift des Vertikalverstärkers T1
- Calibration des Vertikalverstärkers T2
- Übertragungsgüte des Vertikalverstärkers T2
- Betriebsarten: MONO/DUAL, ALT/CHOP, I + II und XY-Betrieb T2
- Kontrolle Triggerung T3
- Zeitablenkung T3
- Komponenten-Tester T4
- Korrektur der Strahllage T4
- Sonstiges T4

Service-Anleitung
- Allgemeines S1
- ***Netzspannungsumschaltung*** S1
- Öffnen des Gerätes S1
- Betriebsspannungen S2
- Maximale und minimale Helligkeit S2
- Astigmatismus S2
- Triggerempfindlichkeit S2
- Fehlersuche im Gerät S2
- Austausch von Bauteilen S3
- Auswechselung des Netztransformators S3
- Abgleich S4

Schaltbilder
- Blockschaltbild D1
- Identifikation der elektrischen Bauteile D2
- Y-Eingang, Teilerschalter und Vorverstärker KI u. KII D3
- Y-Zwischenverstärker mit Kanalumschaltung D4
- XY-Leiterplatte D5
- Trigger- u. Zeitbasisschaltung, X-Endverstärker D6
- T-Leiterplatte D7
- Helltast- u. Strahlröhrenschaltung D8
- Y-Endverstärker und Z-Leiterplatte D9
- Stromversorgung D10
- Calibrator-Schaltung, Vorverstärker KI und KII, Röhrenfassung, TS-Leiterplatte D11
- Abgleich-Hinweise D12

Abgleichplan A1

Technische Daten

Betriebsarten
Kanal I, Kanal II, Kanal I und II,
Kanalumschaltung altern. und chop. (ca. 1MHz).
Summe und Differenz: Kanal II ± Kanal I
(mit Invertierungstaste für Kanal I).
XY-Betrieb: gleiche Empfindlichkeitsbereiche.

Vertikal-Verstärker (Y)
Frequenzbereich beider Kanäle:
0 bis 20MHz (-3dB), 0 bis 28MHz (-6dB).
Anstiegszeit: 17,5ns. Überschwingen: max. 1%.
Ablenkkoeffizienten: 12 calibrierte Stellungen
von 5mV/cm bis 20V/cm mit 1-2-5 Teilung,
variabel 1:2,5 bis mindestens **2mV/cm**.
Genauigkeit der calibrierten Stellungen: ±3%.
Eingangsimpedanz: 1MΩ‖28pF.
Eingangskopplung: DC-AC-GND.
Eingangsspannung: max. 500V (DC+Spitze AC).

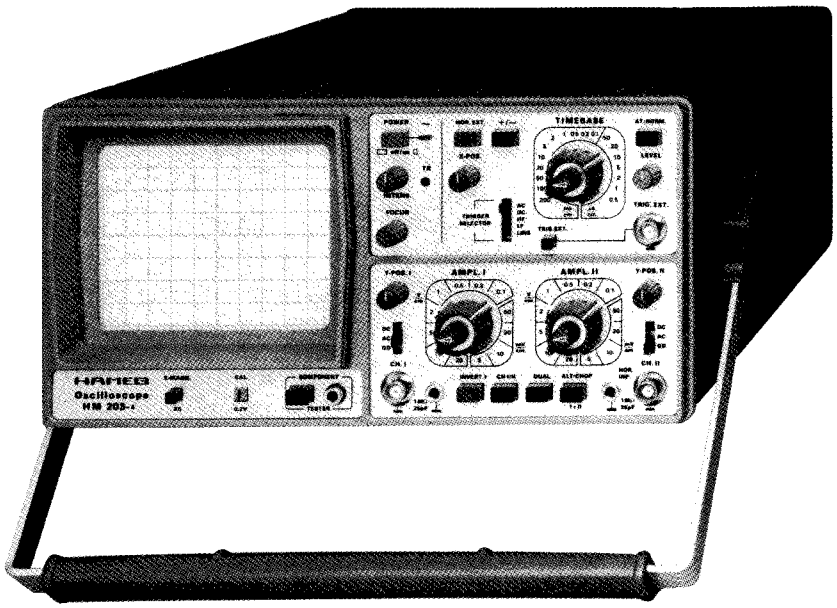
Zeitbasis
Zeitkoeffizienten: 18 calibrierte Stellungen
von 0,5µs/cm bis 0,2s/cm mit 1-2-5 Teilung,
variabel 1:2,5 bis mindestens 0,2µs/cm,
mit Dehnung x5 uncalibriert bis ca. 40ns/cm.
Genauigkeit der calibrierten Stellungen: ±3%.
Triggerung automatisch oder Normaltriggerung
mit Niveau-Einstellung für den Triggerpunkt.
Triggerflankenrichtung: positiv oder negativ.
Triggerquelle: K I, K II, Netz, extern.
Triggerkopplung: DC-AC-HF-LF (TV).
Triggerschwelle: intern 5mm, extern 0,6V.
Triggerbandbreite: 0 bis 40MHz.

Horizontal-Verstärker (X)
Frequenzbereich: 0 bis 2,5MHz (-3dB).
Eingang über K II (Daten wie Vertikal-Verstärker).
X-Y-Phasendifferenz: <3° unterhalb 300kHz.

Komponenten-Tester
Testspannung: max. 8,5Veff. (Leerlauf).
Teststrom: max. 24mA eff. (Kurzschluß).
Testfrequenz: 50 bzw. 60Hz (Netzfrequenz).
Testkabelanschluß: 2 Steckbuchsen 4mm Ø.
Prüfkreis liegt einseitig an Masse (Schutzleiter).

Verschiedenes
Strahlröhre: D14-362 GY/93, **8x10cm**,
(Nachleuchtröhre GM/93 gegen Aufpreis),
Rechteckform, Innenraster, Schnellheizung.
Beschleunigungsspannung: 2000V.
Strahldrehung: auf Frontseite einstellbar.
Calibrator: Rechteckgenerator ca. 1kHz für
Tastteiler-Abgleich. Ausgangsspann.: 0,2V ±1%.
Elektronische Regelung der Betriebsspannungen.
Schutzart: Schutzklasse I (VDE 0411, IEC 348)
(Schutzklasse II gegen Aufpreis).
Netzanschluß für 110, 125, 220, 240V~.
Zulässige Netzspannungsschwankung: ±10%.
Netzfrequenzbereich: 50 bis 60Hz.
Leistungsaufnahme: ca. 36 Watt.
Gewicht: ca. 7kg. Farbe: techno-braun.
Gehäuse (mm): B 285, H 145, T 380.

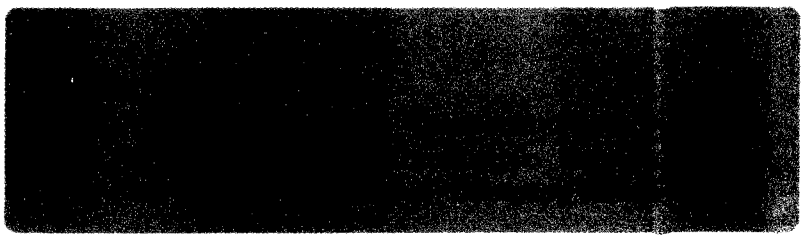
Änderungen vorbehalten.



Y: 0-20MHz, max. 2mV/cm **X: 40ns/cm bis 0,2s/cm**

Triggerung 0 bis 40MHz **Komponenten-Tester**

Das bereits bekannte **gute Preis/Leistungsverhältnis** wurde beim neuen **HM203-4** nochmals verbessert. Beide Vertikal-Verstärker besitzen jetzt **Feinsteller** und haben bei voller Bandbreite eine Empfindlichkeit von **max. 2mV/cm**. Neu ist auch, daß die Summe oder Differenz zweier Signale dargestellt werden kann. Die Triggermöglichkeiten wurden ebenfalls erweitert. Außer Netz- und TV-Triggerung ist nunmehr noch **HF-** und **Gleichspannungstriggerung** möglich. Ab 5mm Signalhöhe arbeitet die Triggerung bis **über 40MHz** noch einwandfrei.
Das **8x10cm** große Innenraster der verwendeten Strahlröhre gestattet eine **parallaxfreie Betrachtung** des Schirmbildes auch aus seitlicher Sicht. Besonders für den Service wurde der HM203-4 ebenfalls mit dem bewährten **Komponenten-Tester** ausgestattet. Dieser ermöglicht unter anderem auch den **Test von Halbleitern** direkt in der Schaltung.
Der HM203 wurde für allgemeine **Anwendungen in Industrie und Service** entwickelt. Die Vielzahl seiner Betriebsarten, die klare Gliederung der drei Frontplatten und die einfache Bedienung empfehlen ihn aber auch für die **Ausbildung von Ingenieuren und Technikern**.



Allgemeines

Eine **solide mechanische Konstruktion** und die sinnvolle Unterteilung der Schaltung auf **steckerverbundene Leiterplatten** mit wenigen Ein- und Ausgängen zeugen von der inneren Reife des **HM203-4**. Im Gegensatz zu anderen Flachgeräten kommt das Gerät mit einem **Minimum an Draht-Lötverbindungen** aus.— Alle notwendigen Bedienungs- und Service-Hinweise werden ausführlich im beiliegenden Manual behandelt.

Betriebsarten

Der HM203 ist für **1- oder 2-Kanal-Betrieb** verwendbar. Die Aufzeichnung zweier, in Zeit und Amplitude verschiedener Vorgänge kann nacheinander (**alternate mode**) oder durch vielfaches Umschalten der Känale innerhalb einer Ablenkperiode (**chopped mode**) erfolgen. Bei gleichzeitiger Einschaltung beider Kanäle können zwei Signalspannungen algebraisch addiert werden. Bezeichnend für die Bedienung des Gerätes ist, daß alle angeführten Betriebsarten mit nur vier Tasten einzustellen sind. Bei externer Horizontalablenkung (**XY-Betrieb**) wird das **X-Signal über Kanal II** zugeführt. Eingangsimpedanz und maximale Empfindlichkeit sind dann für X- und Y-Ablenkung gleich.

Vertikalablenkung

Der HM203 besitzt zwei Y-Vorverstärker mit **diodengeschützten FET-Eingängen**. Diese werden über einen elektronischen Umschalter einzeln, wechselweise oder zusammen an den Y-Endverstärker geschaltet. Der Umschalter arbeitet mit bistabil gesteuerten Diodengattern. Dabei auftretende Schaltimpulse werden ausgetastet. Die Eingangsstufen der Vorverstärker sind für **geringste Drift** mit **monolithisch integrierten Bausteinen** bestückt. Die 12stufigen frequenzkompensierten Eingangsteiler sind in V/cm geeicht und besitzen Feineinstellung. Um auch höhere Frequenzen stabil triggern zu können, liegen die **Bandbreiten der Vorverstärker** bei etwa **50MHz**. Die Bandbreite des gesamten Y-Verstärkers hängt hauptsächlich von der Endstufe ab. Die angegebenen Werte beziehen sich auf -3dB (**70% von 80mm**).

Zeitablenkung

Die Triggerung des HM203 arbeitet mit einem **monolithisch integrierten Spannungskomparator.** Selbst bei kleinen Bildhöhen werden Signale bis zu einer Frequenz von **40MHz** einwandfrei getriggert. Bei automatischer Triggerung erzeugt der Ablenkgenerator auch ohne Signal immer eine Zeitlinie. Dann arbeitet der Zeitablenkgenerator entsprechend dem gerade eingestellten Zeitkoeffizienten. Mit der Normaltriggerung und Level-Einstellung können auch sehr **komplexe Signale stabil getriggert** werden. Das Triggersignal kann von Kanal I oder II, vom Netz oder extern zugeführt werden. Dabei kann man zwischen positiver und negativer Triggerflanke wählen. Die Triggerkopplung ist umschaltbar auf **AC-, DC- und HF- oder NF-Filter-Ankopplung.** Mit dem NF-Tiefpaßfilter sind auch Fernsehsignale mit Bildfrequenz darstellbar. Die Helltastung der Strahlröhre wird mit einem hochspannungsfesten **Optokoppler** bewirkt.

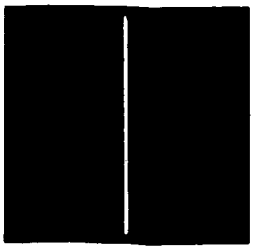
Komponenten-Tester

Durch **Drücken einer einzigen Taste** wird der HM203 auf Testbetrieb umgeschaltet. Das Testergebnis ist am Bildschirm abzulesen. Bildhöhe und Bildbreite sind fest eingestellt. Test-Spannung und -Strom sind so bemessen, daß normale Halbleiter oder andere Bauelemente dadurch nicht zerstört werden können. Neben einzelnen Bauteilen können auch solche **direkt in der Schaltung** geprüft werden. Die Fehlerlokalisation in komplexen Schaltkreisen ist an Hand einer funktionierenden Vergleichsschaltung ganz besonders **einfach und zeitsparend**. Weil die Oszilloskop-Einstellung nicht geändert wird, genügt **ein Tastendruck zur Fortsetzung des Oszilloskop-Betriebs.**

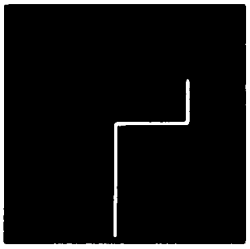
Sonstiges

Ein **Rechteckgenerator** für die Calibration der Meßverstärker und den Tastteilerabgleich ist eingebaut.
Zur **Kompensation des erdmagnetischen Einflusses** auf die horizontale Strahllage besitzt der HM203 eine von außen einstellbare **Einrichtung zur Strahldrehung**.

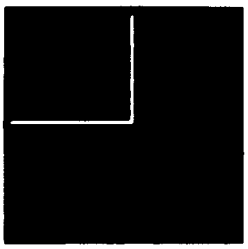
Beispiele von Testbildern



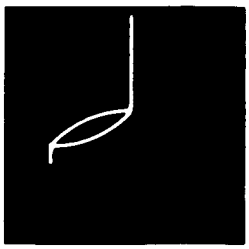
Kurzschluß



Z-Diode unter 8 Volt

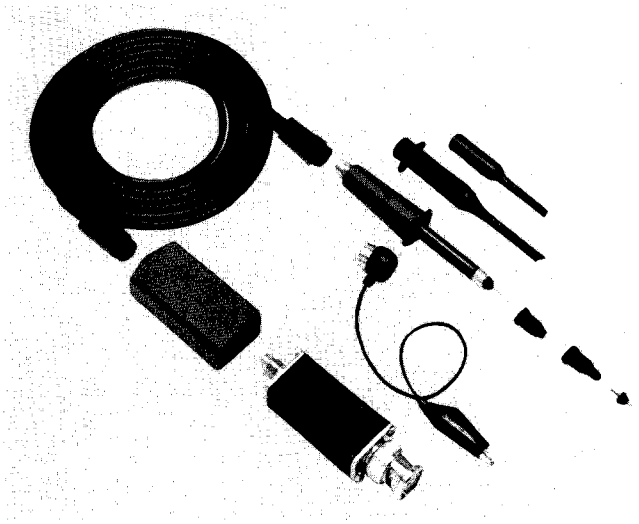


Transistor Basis/Collector



Transistor Emitter/Basis parallel mit 1 µF + 680Ω

HAMEG



Modulare Tastköpfe

Klare Vorteile gegenüber herkömmlichen Tastköpfen sind die leichte Auswechselbarkeit aller sich abnutzenden Teile sowie der HF-Abgleich der 10:1 Teiler. Damit können erstmals Tastköpfe dieser Preisklasse auch HF-mäßig richtig an jeden Oszilloskop-Eingang angepaßt werden. Dies ist vor allem bei Geräten höherer Bandbreite (ab 50MHz) erforderlich, da sonst bei Wiedergabe z.B. schneller Rechtecke starkes Überschwingen oder Verrundungen auftreten können. Der HF-Abgleich ist jedoch nur mit Generatoren schneller Anstiegszeit <5ns exakt durchführbar. Im neuen HM 605 ist dieser bereits eingebaut. Für ältere Oszilloskope ist er in Form eines kleinen Zusatzgerätes unter der Bezeichnung HZ 60 erhältlich. Die z.Z. lieferbaren Tastköpfe sind untenstehend aufgeführt.

Typ	HZ 50	HZ 51	HZ 52	HZ 53	HZ 54 schaltbar
Teilerverhältnis	1:1	10:1	10:1 (HF)	100:1	1:1/10:1
Bandbreite (MHz)	30	150	250	150	10/150
Anstiegszeit (ns)	11	<2	<1,4	<2	35/<2
Kapazität (pF)	45	16	16	6,5	40/18
Eing.-Widerstand (MΩ)	1	10	10	100	1/10
Max. Spannung (V)	600	600	600	1200	600
Kabellänge (m)	1,2	1,2	1,5	1,5	1,2

Demodulator-Tastkopf HZ 55

Zur AM-Demodulation und für Wobbelmessungen. HF-Bandbreite 100 kHz - 500 MHz (±1 dB). HF-Eingangsspannungsbereich 250 mV - 50 Veff. Maximale Eingangsspannung 200 V. Kabellänge 1,2 m.

Standard Tastköpfe

Für Oszilloskope bis 20MHz Bandbreite eignen sich nach wie vor die bewährten Standardausführungen.

Typ	HZ 30	HZ 35	HZ 36 schaltbar
Teilerverhältnis	10:1	1:1	1:1/10:1
Bandbreite (MHz)	100	10	10/100
Anstiegszeit (ns)	3,5	35	35/3,5
Kapazität (pF)	13	47	47/13
Eing.-Widerstand (MΩ)	10	1	1/10
Max. Spannung (V)	600	600	600
Länge (m)	1,5	1,5	1,5

Meßkabel Banane-BNC HZ 32

Koaxialkabel, Länge 1,15 m. Wellenwiderstand 50 Ω. Kabelkapazität 120 pF. Eingangsspannung max. 500 Vs.

Meßkabel BNC-BNC HZ 34

Koaxialkabel, Länge 1,2 m. Wellenwiderstand 50 Ω. Kabelkapazität 126 pF. Eingangsspannung max. 500 Vs.

Übergangsadapter Banane-BNC HZ 20

Zwei Schraubklemmbuchsen 4 mm (mit Querloch) im Abstand 19 mm, mit BNC-Stecker. Eingangsspannung max. 500 Vs.

50Ω-Durchgangsabschluß HZ 22

Unentbehrlich für den Abschluß von 50Ω-Meßkabeln. Mit induktionsarmem 50Ω-Widerstand (max. 2 Watt belastbar).

Tragetaschen

Für HM 203-1 und HM 203-3	**HZ 42**
Für HM 312, HM 412, HM 512 und HM 705	**HZ 43**
Für HM 307, HZ 62 und HZ 64	**HZ 44**
Für HM 103	**HZ 45**
Für HM 203-4, HM 204 und HM 605	**HZ 46**

Lichtschutztubus HZ 47

Für HM 203, HM 204, HM 605, HM 705, HM 808 sowie HM 312, HM 412, HM 512 und HM 812

Scope-Tester HZ 60

Für die Kontrolle von Meßverstärkern sowie den Abgleich von Tastköpfen, besitzt der HZ60 einen von 1kHz auf 1MHz umschaltbaren Rechteckgenerator kurzer Anstiegszeit (<5ns). An 3 BNC-Ausgängen können Signale mit 25mVss, 0,25Vss und 2,5Vss ±1% entnommen werden.

4-Kanal-Vorsatz HZ 64

In Verbindung mit einem Oszilloskop ist die gleichzeitige Darstellung von 4 Einzelsignalen bzw. 2 Summen- oder Differenzspannungen möglich. Bandbreite 4x0-60MHz (- 3dB). Kanalumschaltung wahlweise mit Chopper oder alternierend. Jeder Kanal besitzt einen 12stufigen, frequenzkompensierten Eingangsteiler mit 1MΩ||30pF Eingangsimpedanz. Empfindlichkeitsbereich 5mV-20V/div. Das Oszilloskop ist von jedem Kanal aus triggerbar (Bandbreite 0-100MHz). Ein weiterer Vorteil ist, daß mit der 10fachen Verstärkung des HZ64 die Empfindlichkeit des Oszilloskops noch erhöht werden kann.

Komponententester HZ 65

Der HZ 65 ist eine unentbehrliche Hilfe bei der Fehlersuche in elektronischen Schaltungen. Mit ihm sind sowohl Tests einzelner Bauelemente als auch Prüfungen direkt in der Schaltung möglich. Das Gerät arbeitet mit jedem auf externe Horizontalablenkung (XY-Betrieb) umschaltbaren Oszilloskop. So können fast alle Halbleiter, Widerstände, Kondensatoren und Spulen zerstörungsfrei überprüft werden. Zwei Fassungen gestatten schnelle Tests der drei Halbleiterstrecken beliebiger Kleinleistungstransistoren. Andere Bauteile sind über Steckbuchsen anschließbar. Testkabel werden mitgeliefert.

Beispiele von Testbildern:

Kurzschluß | Kondensator 33µF | Strecke E-C | Z-Diode <8V

Printed in West-Germany (11.1983)

Allgemeine Hinweise

Der HM203-4 ist in seiner Bedienung ebenso problemlos wie sein Vorgänger HM203-3, obwohl die Zahl der Betriebsarten erheblich erweitert und Anwenderwünschen angepaßt wurde. Die Anordnung der Bedienungselemente ist so logisch, daß man bereits nach kurzerZeit mit der Funktionsweise des Gerätes vertraut sein wird. Jedoch selbst im Umgang mit Oszilloskopen Erfahrene sollten die vorliegende Anleitung gründlich durchlesen, um vor allem beim späteren Gebrauch auch die Kriterien des Gerätes genau zu kennen.

Die Frontplatte ist, wie bei allen HAMEG-Oszilloskopen üblich, entsprechend den verschiedenen Funktionen in Felder aufgeteilt. Oben rechts neben dem Bildschirm im X-Feld befindet sich der Netz-Tastenschalter (**POWER**) mit Symbolen für die Ein- (**on**) und Aus-Stellung (**off**) und die Netz-Anzeigelampe ~. Darunter sind die beiden Drehknöpfe für Helligkeit (**INTENS.**) und Schärfe (**FOCUS**) angebracht. Die mit **TR** (= trace rotation) bezeichnete Öffnung (für Schraubenzieher) dient zur Strahldrehung. Rechts davon sind die Einstellelemente für Zeitablenkung (**TIMEBASE**), Triggerung und horizontale Strahllage (**X-POS.**) angeordnet. Sie werden nachstehend im einzelnen erläutert.

Unten rechts neben dem Bildschirm im Y-Feld liegen die Vertikalverstärkereingänge für Kanal I und II (**CH.I, CH.II** = Channel 1, 2) mit ihren Eingangskopplungsschaltern, Teilerschaltern und den Einstellern für die vertikale Strahllage (**Y-POS.I, II** = Y position). Die vier Tasten im Y-Feld dienen zur Betriebsart-Umschaltung der Vertikalverstärker. Auch sie werden nachstehend noch näher beschrieben.

Direkt unter dem Bildschirm liegen Dehnungstaste (**X-MAGN. X5** = X magnification x5), Calibratorausgang (**CAL. 0.2V**) und das umrandete Komponenten-Tester-Feld mit Umschalttaste und Steckbuchse.

Alle Details sind so ausgelegt, daß auch bei Fehlbedienung kein größerer Schaden entstehen kann. Die Drucktasten besitzen im wesentlichen nur Nebenfunktionen. Man sollte daher bei Beginn der Arbeiten darauf achten, daß keine der Tasten eingedrückt ist. Die Anwendung richtet sich nach dem jeweiligen Bedarfsfall. Zur besseren Verfolgung der Bedienungshinweise ist das am Ende der Anleitung befindliche Frontbild herausklappbar, so daß es immer neben dem Anleitungstext liegen kann.

Der HM203 erfaßt alle Signale von Gleichspannung bis zu einer Frequenz von mindestens 20MHz (-3dB). Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die obere Grenze sogar bei 30-35MHz. Allerdings ist in diesem Frequenzbereich die vertikale Aussteuerung des Bildschirmes auf ca. 4-5cm begrenzt. Bei so hohen Frequenzen wird auch die zeitliche Auflösung problematisch. Beispielsweise wird bei ca. 25MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (40ns/cm) alle 1cm ein Kurvenzug geschrieben. Die Toleranz der angezeigten Werte beträgt in beiden Ablenkrichtungen nur ±3%. Alle zu messenden Größen sind daher relativ genau zu bestimmen. Jedoch ist zu berücksichtigen, daß sich in vertikaler Richtung ab ca. 6MHz der Meßfehler mit steigender Frequenz ständig vergrößert. Dies ist durch den Verstärkungsabfall des Meßverstärkers bedingt. Bei 12MHz beträgt der Abfall etwa 10%. Man muß daher bei dieser Frequenz zum gemessenen Spannungswert ca. 11% addieren. Da jedoch die Bandbreiten der Vertikalverstärker differieren (normalerweise zwischen 20 und 25MHz), sind die Meßwerte in den oberen Grenzbereichen nicht so exakt definierbar. Hinzu kommt, daß — wie bereits erwähnt — oberhalb 20MHz mit steigender Frequenz auch die Aussteuerbarkeit des Bildschirmes stetig abnimmt. Der Vertikalverstärker ist so ausgelegt, daß die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überschwingen beeinflußt wird.

Garantie

Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen etwa 10stündigen Test. Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühausfall erkannt. Dennoch ist es möglich, daß ein Bauteil erst nach längerer Betriebsdauer ausfällt. Daher wird auf alle Geräte eine ***Funktionsgarantie von 12 Monaten*** gewährt. Voraussetzung ist, daß im Gerät keine Veränderungen vorgenommen wurden. Für Versendungen per Post, Bahn oder Spedition wird empfohlen, die Originalverpackung sorgfältig aufzubewahren. Transportschäden werden bei unzureichender Verpackung von der Garantie nicht erfaßt.

Bei einer Beanstandung empfehlen wir, am Gehäuse des Gerätes einen Zettel zu befestigen, der stichwortartig den beobachteten Fehler beschreibt. Wenn dabei gleich der Name und die Telefon-Nr. (Vorwahl und Ruf- bzw. Durchwahl-Nr. oder Abteilungsbezeichnung) für evtl. Rückfragen angegeben wird, dient dies einer beschleunigten Abwicklung. Wir weisen darauf hin, daß wir im Garantiefall auch unfrei abgeschickte Sendungen entgegennehmen.

Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß ***VDE 0411 Teil 1 und 1a, Schutzmaßnahmen für elektronische Meßgeräte***, gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicher-

zustellen, muß der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung, im Testplan und in der Service-Anleitung enthalten sind. ***Gehäuse, Chassis und alle Meßanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden.*** Das Gerät entspricht den Bestimmungen der ***Schutzklasse I***. Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 1500V 50Hz geprüft. Durch Verbindung mit anderen Netzanschlußgeräten können u. U. netzfrequente Brummspannungen im Meßkreis auftreten. Dies ist bei Benutzung eines Schutz-Trenntransformators der Schutzklasse II vor dem HM203 leicht zu vermeiden. Ohne Trenntrafo darf das Gerät aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig.

Wie bei den meisten Elektronenröhren entstehen auch in der Bildröhre γ-Strahlen. Beim HM203 bleibt aber die ***Ionendosisleistung weit unter 36pA/kg.***

Falls für die Aufzeichnung von Signalen mit hochliegendem Nullpotential ein Schutz-Trenntrafo verwendet wird, ist zu beachten, daß diese Spannung dann auch am Gehäuse und anderen berührbaren Metallteilen des Oszilloskops liegt. Spannungen bis 42V sind ungefährlich. Höhere Spannungen können jedoch lebensgefährlich sein. Es sind dann unbedingt besondere Sicherheitsmaßnahmen erforderlich, die von kompetenten Fachleuten überwacht werden müssen.

Betriebsbedingungen

Zulässiger Umgebungstemperaturbereich während des Betriebs: +10 °C... +40 °C. Zulässiger Temperaturbereich während der Lagerung und des Transports: −40 °C... +70 °C. Bei einer Taupunkt-Unterschreitung (Bildung von Kondenswasser) muß die Akklimatisierungszeit vor dem Einschalten abgewartet werden. In extremen Fällen (Oszilloskop stark unterkühlt) ist bis zur Inbetriebnahme eine Wartezeit von etwa 2 Stunden erforderlich. Das Gerät ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf also nicht bei besonders großem Staub- und Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Die Betriebslage des Gerätes ist an sich beliebig; jedoch muß die Luftzirkulation (Konvektionskühlung) unbehindert bleiben. Deshalb sollte das Gerät im Dauerbetrieb vorzugsweise in horizontaler Lage oder mit Aufstellbügel schräg aufgestellt benutzt werden.

Wenn anzunehmen ist, daß ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern. Diese Annahme ist berechtigt,

- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen hat,
- wenn das Gerät lose Teile enthält,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z. B. im Freien oder in feuchten Räumen),
- nach schweren Transportbeanspruchungen (z. B. mit einer Verpackung, die nicht den Mindestbedingungen von Post, Bahn oder Spedition entsprach).

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Vor der ersten Inbetriebnahme muß der Netzspannungswähler kontrolliert werden!

Bei Lieferung ist das Gerät auf 220V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf eine andere Spannung erfolgt am Netzsicherungshalter (kombiniert mit Kaltgerätestecker) an der Gehäuserückseite. Der Sicherungshalter mit seiner quadratischen Abdeckplatte kann mittels Werkzeug (z. B. kleiner Schraubenzieher) nach Entfernung der Netzschnurbuchse herausgezogen und nach Drehung um jeweils 90° für jede der 4 einstellbaren Netzspannungen wieder hineingesteckt werden. Dann muß das auf dem Rückdeckel des Gerätes befindliche weiße Dreieck unter dem Sicherungshalter auf die gewählte Netzspannung zeigen. Diese ist also immer an der ***unteren*** Kante des Sicherungshalters ablesbar. Die Netzsicherung muß der geänderten Netzspannung entsprechen und, wenn erforderlich, ausgetauscht werden. Typ und Nennstrom der Sicherung sind auf der Gehäuserückseite und in der Service-Anleitung angegeben.

Es wird empfohlen, bei Beginn der Arbeiten keine der Tasten zu drücken und die 3 Bedienungsknöpfe mit Pfeilen in ihre calibrierte Stellung* C *einzurasten. Die auf fünf Knopfkappen angebrachten Striche sollen etwa senkrecht nach oben zeigen (Mitte des Einstellbereiches). Der Triggerwahlschalter (*TRIGGER SELECTOR*) sollte in der obersten Stellung* AC *stehen.

Mit der roten Netztaste **POWER** wird das Gerät in Betrieb gesetzt. Das aufleuchtende Lämpchen zeigt den Betriebszustand an. Wird nach 10 Sekunden Anheizzeit kein Strahl sichtbar, ist möglicherweise der **INTENS.**-Einsteller nicht genügend aufgedreht, oder der Zeitbasis-Generator wird nicht ausgelöst. Außerdem können auch die **POS.**-Einsteller verstellt sein. Es ist dann nochmals zu kontrollieren, ob entsprechend den Hinweisen alle Knöpfe und Tasten in den richtigen Positionen stehen. Dabei ist besonders auf die Taste **AT/NORM.** zu achten. Ohne angelegte Meßspannung wird die Zeitlinie nur dann sichtbar, wenn sich diese Taste ungedrückt in der **AT**-Stellung (Automatische Triggerung) befindet. Erscheint nur ein Punkt (Vorsicht, Einbrenngefahr!), ist wahrscheinlich die Taste **HOR. EXT.** gedrückt. Sie ist dann auszulösen. Ist

die Zeitlinie sichtbar, wird am **INTENS.**-Knopf eine mittlere Helligkeit und am Knopf **FOCUS** die maximale Schärfe eingestellt. Dabei sollte sich der Eingangskopplung-Schiebeschalter **DC-AC-GD** für **CH.I** in Stellung **GD** (ground = Masse) befinden. Der Eingang des Vertikalverstärkers ist dann kurzgeschlossen. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können. Eventuell am Y-Eingang anliegende Signalspannungen werden in Stellung **GD** nicht kurzgeschlossen.

Zur Schonung der Strahlröhre sollte immer nur mit jener Helligkeit gearbeitet werden, die Meßaufgabe und Umgebungsbeleuchtung gerade erfordern. ***Besondere Vorsicht ist bei stehendem punktförmigen Strahl geboten.*** Zu hell eingestellt, kann dieser die Leuchtschicht der Röhre beschädigen. Ferner schadet es der Kathode der Strahlröhre, wenn das Oszilloskop oft kurz hintereinander aus- und eingeschaltet wird.

Trotz Mumetall-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahllage nicht ganz vermeiden. Das ist abhängig von der Aufstellrichtung des Oszilloskops am Arbeitsplatz. Dann verläuft die horizontale Strahllinie in Schirmmitte nicht exakt parallel zu den Rasterlinien. Die Korrektur weniger Winkelgrade ist an einem Potentiometer hinter der mit* TR *bezeichneten Öffnung mit einem kleinen Schraubenzieher möglich.

Korrektur der DC-Balance

Nach einer gewissen Benutzungszeit ist es möglich, daß sich die thermischen Eigenschaften der Doppel-FETs in den Eingängen der beiden Vertikalverstärker etwas verändert haben. Oft verschiebt sich dabei auch die DC-Balance des Verstärkers. Dies erkennt man daran, daß sich ***beim Durchdrehen des Feinstellers*** (kleiner Knopf mit roter Pfeilkappe) am **CH.I** bzw. **CH.II** Eingangsteiler die Strahllage merklich ändert. Wenn das Gerät die normale Betriebstemperatur besitzt bzw. mind. 20 Minuten in Betrieb gewesen ist, sind Änderungen unter 1mm nicht korrekturbedürftig. Größere Abweichungen werden mit Hilfe eines kleinen Schraubenziehers mit einer Klingenbreite von ca. 3mm korrigiert. Die Öffnungen hierzu befinden sich auf der Unterseite des Gehäusemantels (ca. 10cm von der Gehäuse-Vorderkante, ungefähr in Flucht mit dem Teilerschalter für Kanal I und II; Eintauchtiefe ca. 20mm). Die Klingenaufnahme der Balance-Einstellung hat Trichterform und Kreuzschlitz, so daß die Einführung des Schraubenziehers problemlos ist. Während der Korrektur (Ablenkkoeffizient **5mV/cm**; Eingangskopplung auf **GD**) wird der Feinstellknopf ständig hin und her gedreht. Sobald sich dabei die vertikale Strahllage nicht mehr ändert, ist die DC-Balance richtig eingestellt.

Art der Signalspannung

Mit dem HM203 können praktisch alle sich periodisch wiederholende Signalarten oszilloskopiert werden, deren Frequenzspektrum unterhalb 20MHz liegt. Die Darstellung einfacher elektrischer Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder netzfrequente Brummspannungen, ist in jeder Hinsicht problemlos. Bei der Aufzeichnung rechteck- oder impulsartiger Signalspannungen ist zu beachten, daß auch deren ***Oberwellenanteile*** übertragen werden müssen. Die Folgefrequenz des Signals muß deshalb wesentlich kleiner sein als die obere Grenzfrequenz des Vertikalverstärkers. Eine genauere Auswertung solcher Signale mit dem HM203 ist deshalb nur bis ca. 2MHz Folgefrequenz möglich. Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrende höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z. B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild zu erhalten, ist u. U. die Zuhilfenahme des Zeit-Feinstellers erforderlich. ***Fernseh-Video-Signale*** sind relativ leicht triggerbar. Allerdings muß bei Aufzeichnungen mit Bildfrequenz der **TRIGGER SELECTOR**-Schalter in Stellung **LF** stehen. Dann werden die schnelleren Zeilenimpulse durch ein Tiefpaß-Filter so weit abgeschwächt, daß bei entsprechender Pegeleinstellung leicht auf die vordere oder hintere Flanke des Bildimpulses getriggert werden kann.

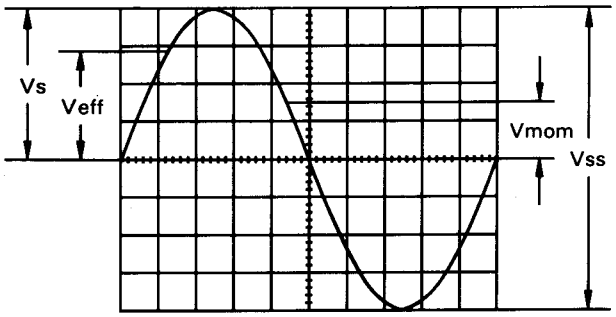
Für wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker hat der Vertikalverstärker-Eingang einen **DC/AC**-Schalter (DC = direct current; AC = alternating current). Mit Gleichstromkopplung **DC** sollte nur bei vorgeschaltetem Tastteiler oder bei sehr niedrigen Frequenzen gearbeitet werden, oder wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich ist.

Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei **AC**-Wechselstromkopplung des Vertikalverstärkers störende Dachschrägen auftreten. In diesem Fall ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, die **DC**-Kopplung vorzuziehen. Andernfalls muß vor den Eingang des auf **DC**-Kopplung geschalteten Meßverstärkers ein entsprechend großer Kondensator geschaltet werden. Dieser muß, vor allem bei Messungen an Hochspannungen, eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. **DC**-Kopplung ist auch für die Darstellung von Logik- und Impuls-Signalen zu empfehlen, besonders dann, wenn sich dabei das Tastverhältnis ständig ändert. Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf- oder abwärts bewegen. Reine Gleichspannungen können nur mit **DC**-Kopplung gemessen werden.

Größe der Signalspannung

In der allgemeinen Elektrotechnik bezieht man sich bei Wechselspannungsangaben in der Regel auf den Effektivwert. Für Signalgrößen und Spannungsbezeichnungen in der Oszilloskopie wird jedoch der Vss-Wert (Volt-Spitze-Spitze) verwendet. Letzterer entspricht den wirklichen Potentialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Spannung.

Will man eine auf dem Oszilloskopschirm aufgezeichnete sinusförmige Größe auf ihren Effektivwert umrechnen, muß der sich in Vss ergebende Wert durch $2x\sqrt{2} = 2{,}83$ dividiert werden. Umgekehrt ist zu beachten, daß in Veff angegebene sinusförmige Spannungen den 2,83fachen Potentialunterschied in Vss haben. Die Beziehungen der verschiedenen Spannungsgrößen untereinander sind aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.



Spannungswerte an einer Sinuskurve
Veff = Effektivwert; Vs = einfacher Spitzenwert;
Vss = Spitze-Spitze-Wert; Vmom = Momentanwert

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1cm hohes Bild beträgt ca. 2mVss, wenn der ***Feinsteller*** am auf **5mV/cm** eingestellten Eingangsteilerschalter **AMPL. I** oder **II** (= amplification Channel I/II) bis zum Anschlag nach rechts gedreht ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die Ablenkkoeffizienten am Eingangsteiler sind in mVss/cm oder Vss/cm angegeben. ***Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkkoeffizienten mit der abgelesenen vertikalen Bildhöhe in cm.*** Wird mit Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren. ***Für Amplitudenmessungen muß der Feinsteller am Eingangsteilerschalter in seiner calibrierten Stellung* C *stehen*** (Pfeil waagerecht nach links zeigend). Bei direktem Anschluß an den Y-Eingang kann man Signale bis 160Vss aufzeichnen.

Mit den Bezeichnungen
H = Höhe in cm des Schirmbildes,
U = Spannung in Vss des Signals am Y-Eingang,
A = Ablenkkoeffizient in V/cm am Teilerschalter
läßt sich aus gegebenen zwei Werten die dritte Größe errechnen:

$$U = A \cdot H \qquad H = \frac{U}{A} \qquad A = \frac{U}{H}$$

Alle drei Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie müssen beim HM203 innerhalb folgender Grenzen liegen (Triggerschwelle, Ablesegenauigkeit):
H zwischen 0,5 und 8cm, möglichst 3,2 und 8cm,
U zwischen 2,5mVss und 160Vss,
A zwischen 5mV/cm und 20V/cm in 1-2-5 Teilung.

Beispiele:
Eingest. Ablenkkoeffizient **A** = 50mV/cm ≙ 0,05V/cm,
abgelesene Bildhöhe **H** = 4,6cm,
gesuchte Spannung U = 0,05 · 4,6 = **0,23Vss**

Eingangsspannung **U** = 5Vss,
eingestellter Ablenkkoeffizient **A** = 1V/cm,
gesuchte Bildhöhe H = 5:1 = **5cm**

Signalspannung U = 220Veff · 2 · $\sqrt{2}$ = 622Vss
(Spannung > 160Vss, mit Tastteiler 10:1 **U** = 62,2Vss),
gewünschte Bildhöhe **H** = mind. 3,2cm, max. 8cm,
maximaler Ablenkkoeffizient A = 62,2:3,2 = 19,4V/cm,
minimaler Ablenkkoeffizient A = 62,2:8 = 7,8V/cm,
einzustellender Ablenkkoeffizient A = 10V/cm

Ist das Meßsignal mit einer Gleichspannung überlagert, darf der Gesamtwert (Gleichspannung + einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) des Signals am Y-Eingang ±500V nicht überschreiten. Der gleiche Grenzwert gilt auch für normale Tastteiler 10:1, durch deren Teilung jedoch Signalspannungen bis ca. 1000Vss auswertbar sind. Mit Spezialtastteiler 100:1 (z. B. HZ37) können Spannungen bis ca. 3000Vss gemessen werden. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ37). Mit einem normalen Tastteiler 10:1 riskiert man bei so hohen Spannungen, daß der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops beschädigt werden kann. Soll jedoch z. B. nur die Restwelligkeit einer Hochspannung oszilloskopiert werden, genügt auch der 10:1-Tastteiler. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22-68nF) vorzuschalten.
Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Oszilloskop-Eingangskopplung unbedingt auf **DC** zu schalten ist, wenn Tastteiler an höhere Spannungen als 500V gelegt werden (siehe "Anlegen der Signalspannung", Seite M6).

Mit der auf **GD** geschalteten Eingangskopplung und dem **Y-POS.**-Einsteller kann vor der Messung eine horizontale Rasterlinie als ***Referenzlinie für Massepotential*** eingestellt werden. Sie kann unterhalb, auf oder oberhalb der

horizontalen Mittellinie liegen, je nachdem, ob positive und/oder negative Abweichungen vom Massepotential zahlenmäßig erfaßt werden sollen. Gewisse umschaltbare Tastteiler 10:1/1:1 haben ebenfalls eine eingebaute Referenz-Schalterstellung.

Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel sind alle aufzuzeichnenden Signale sich periodisch wiederholende Vorgänge, auch Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der Zeitbasis-Einstellung des **TIMEBASE**-Schalters können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten sind am **TIMEBASE**-Schalter in **ms/cm** und **µs/cm** angegeben. Die Skala ist dementsprechend in zwei Felder aufgeteilt. ***Die Dauer einer Signalperiode bzw. eines Teils davon ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts (Horizontalabstand in cm) mit dem am* TIMEBASE-*Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß der mit einer blauen Pfeil-Knopfkappe gekennzeichnete Zeit-Feinsteller in seiner calibrierten Stellung* C** stehen (Pfeil waagerecht nach links zeigend).

Mit den Bezeichnungen
L = Länge in cm einer Welle auf dem Schirmbild,
T = Zeit in s für eine Periode,
F = Frequenz in Hz der Folgefrequenz des Signals,
Z = Zeitkoeffizient in s/cm am Zeitbasisschalter
und der Beziehung **F = 1/T** lassen sich folgende Gleichungen aufstellen:

$$T = L \cdot Z \qquad L = \frac{T}{Z} \qquad Z = \frac{T}{L}$$

$$F = \frac{1}{L \cdot Z} \qquad L = \frac{1}{F \cdot Z} \qquad Z = \frac{1}{L \cdot F}$$

Bei gedrückter Taste* X-MAGN. X5 *ist Z durch 5 zu teilen.
Alle vier Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie sollten beim HM203 innerhalb folgender Grenzen liegen:
L zwischen 0,2 und 10cm, möglichst 4 bis 10cm,
T zwischen 0,05µs und 2s,
F zwischen 0,5Hz und 20MHz,
Z zwischen 0,5µs/cm und 0,2s/cm in 1-2-5 Teilung (***bei ungedrückter Taste* X-MAGN. X5**), und
Z zwischen 0,1µs/cm und 40ms/cm (***bei gedrückter Taste* X-MAGN. X5**).

Beispiele:
Länge eines Wellenzugs **L** = 7cm,
eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,5µs/cm,
gesuchte Periodenzeit T = $7 \cdot 0{,}5 \cdot 10^{-6}$ = **3,5µs**
gesuchte Folgefrequenz F = $1:(3{,}5 \cdot 10^{-6})$ = **286kHz**.

Zeit einer Signalperiode **T** = 0,5s,
eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,2s/cm,
gesuchte Wellenlänge L = 0,5:0,2 = **2,5cm**.

Länge eines Brummspannung-Wellenzugs **L** = 1cm,
eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 10ms/cm,
gesuchte Brummfrequenz F = $1:(1 \cdot 10 \cdot 10^{-3})$ = **100Hz**.

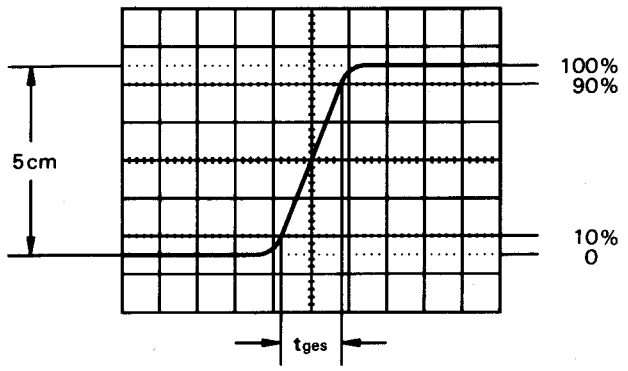
TV-Zeilenfrequenz **F** = 15 625Hz,
eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 10µs/cm,
gesuchte Wellenlänge L = $1:(15\,625 \cdot 10^{-5})$ = **6,4cm**.

Länge einer Sinuswelle **L** = min. 4cm, max. 10cm,
Frequenz **F** = 1kHz,
max. Zeitkoeffizient **Z** = $1:(4 \cdot 10^{3})$ = 0,2ms/cm,
min. Zeitkoeffizient **Z** = $1:(10 \cdot 10^{3})$ = 0,1ms/cm,
einzustellender Zeitkoeffizient Z = 0,2ms/cm,
dargestellte Wellenlänge L = $1:(10^{3} \cdot 0{,}2 \cdot 10^{-3})$ = **5cm**.

Länge eines HF-Wellenzugs **L** = 1cm,
eingestellter Zeitkoeffizient Z = 0,5µs/cm,
***gedrückte Dehnungstaste x5*: Z** = 0,1µs/cm,
gesuchte Folgefrequ. F = $1:(1 \cdot 0{,}1 \cdot 10^{-6})$ = **10MHz,**
gesuchte Periodenzeit T = $1:(10 \cdot 10^{6})$ = **100ns.**

Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man immer mit gedehntem Zeitmaßstab (**X-MAGN. X5**) arbeiten. Durch Drehen des **X-POS.**-Knopfes kann der interessierende Zeitabschnitt in die Mitte des Bildschirms geschoben werden.

Bestimmend für das Impulsverhalten einer Signalspannung sind die Anstiegszeiten der in ihr enthaltenen Spannungssprünge. Damit Einschwingvorgänge, eventuelle Dachschrägen und Bandbreitegrenzen die Meßgenauigkeit weniger beeinflussen, mißt man Anstiegszeiten generell zwischen ***10%*** und ***90%*** der vertikalen Impulshöhe. Für ***5cm*** hohe und symmetrisch zur Mittellinie eingestellte Signalamplituden hat das Bildschirm-Innenraster zwei punktierte horizontale Hilfslinien in ±2,5cm Mittenabstand. ***Der horizontale Zeitabstand in cm zwischen den beiden Punkten, an denen die Strahllinie oben und unten die horizontalen Rasterlinien mit ±2cm Mittenabstand und 2mm-Unterteilung kreuzt, ist dann die zu ermittelnde Anstiegszeit. Abfallzeiten werden sinngemäß genauso gemessen.***
Die optimale vertikale Bildlage und der Meßbereich für die Anstiegszeit sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



Bei einem am **TIMEBASE**-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten von 0,5µs/cm und gedrückter Dehnungstaste x5 ergäbe das Bildbeispiel eine gemessene Gesamtanstiegszeit von

$$t_{ges} = 1{,}6\,cm \cdot 0{,}5\,\mu s/cm : 5 = \mathbf{160\,ns}$$

Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Vertikalverstärkers geometrisch vom gemessenen Zeitwert abzuziehen. Die Anstiegszeit des Signals ist dann

$$t_a = \sqrt{t_{ges}^2 - t_{osz}^2}$$

Dabei ist t_{ges} die gemessene Gesamtanstiegszeit und t_{osz} die vom Oszilloskop (beim HM203 ca. 17,5ns). Ist t_{ges} größer als 100ns, dann kann die Anstiegszeit des Vertikalverstärkers vernachlässigt werden.

Die Messung der Anstiegs- oder Abfallzeit ist natürlich nicht auf die oben im Bild gezeigte Bild-Einstellung begrenzt. Sie ist so nur besonders einfach. Prinzipiell kann in jeder Bildlage und bei beliebiger Signalamplitude gemessen werden. Wichtig ist nur, daß die interessierende Signalflanke in voller Länge bei nicht zu großer Steilheit sichtbar ist und daß der Horizontalabstand bei 10% und 90% der Amplitude gemessen wird. Zeigt die Flanke Vor- oder Überschwingen, sollte man die 100% nicht auf die Spitzenwerte beziehen, sondern auf die mittleren Dachhöhen. Ebenso werden Spitzen (spike) oder Einbrüche (glitch) neben der Flanke nicht berücksichtigt. Bei sehr starken Einschwingverzerrungen verliert die Anstiegs- oder Abfallzeitmessung allerdings ihren Sinn. Für Verstärker mit annähernd konstanter Gruppenlaufzeit (also gutem Impulsverhalten) gilt folgende Zahlenwert-Gleichung zwischen Anstiegszeit **ta** (***in ns***) und Bandbreite **B** (***in MHz***):

$$t_a = \frac{350}{B}$$

Anlegen der Signalspannung

Die Zuführung des aufzuzeichnenden Signals an den Y-Eingang des Oszilloskops ist mit einem abgeschirmten Meßkabel wie z. B. HZ32 und HZ34 direkt oder über einen Tastteiler 10:1 geteilt möglich. Die Verwendung der Meßkabel an hochohmigen Meßobjekten ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn mit relativ niederen Frequenzen (bis etwa 50kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muß die Meßspannungsquelle niederohmig, d. h. an den Kabel-Wellenwiderstand (in der Regel 50Ω) angepaßt sein. Besonders bei der Übertragung von Rechteck- und Impulssignalen ist das Kabel unmittelbar am Y-Eingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand abzuschließen. Bei Benutzung eines 50Ω-Kabels wie z. B. HZ34 ist hierfür von HAMEG der 50Ω-Durchgangsabschluß HZ22 erhältlich. Vor allem bei der Übertragung von Rechtecksignalen mit kurzer Anstiegszeit können ohne Abschluß an den Flanken und Dächern störende Einschwingverzerrungen sichtbar werden. Dabei ist zu beachten, daß man diesen Abschlußwiderstand nur mit max. 2 Watt belasten darf. Diese Leistung wird mit 10Veff. oder — bei Sinussignal — mit 28,3Vss erreicht. Wird ein Tastteiler 10:1 (z. B. HZ30) verwendet, ist kein Abschluß erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlußkabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepaßt. Mit Tastteiler werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10MΩ‖12pF). Deshalb sollte, wenn der durch den Tastteiler auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeitseinstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außerdem stellt die Längsimpedanz des Teilers auch einen gewissen Schutz für den Eingang des Vertikalverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tastteiler nur vorabgeglichen; daher muß ein genauer Abgleich am Oszilloskop vorgenommen werden (siehe „Abgleich des Tastteilers", Seite M7).

Wenn ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet wird, muß bei Spannungen über 500V immer* DC-*Eingangskopplung benutzt werden. Bei **AC**-Kopplung tieffrequenter Signale ist die Teilung nicht mehr frequenzunabhängig, Impulse können Dachschräge zeigen, Gleichspannungen werden unterdrückt — belasten aber den betreffenden Oszilloskop-Eingangskopplungskondensator. Dessen Spannungsfestigkeit ist max. 500V (DC + Spitze AC). Ganz besonders wichtig ist deshalb die **DC**-Eingangskopplung bei einem Tastteiler 100:1, der meist eine zulässige Spannungsfestigkeit von max. 1500V (DC + Spitze AC) hat. Zur Unterdrückung störender Gleichspannung darf aber ein ***Kondensator*** entsprechender Kapazität und Spannungsfestigkeit ***vor den Tastteilereingang*** geschaltet werden (z. B. zur Brummspannungsmessung).

Beim 100:1 Tastteiler HZ37 ist die zulässige Eingangswechselspannung frequenzabhängig begrenzt:
unterhalb 20kHz (TV-Zeilenfrequenz!) auf
max. 1500Vs ≙ 3000Vss ≙ 1061Veff;

oberhalb 20kHz (mit f in MHz) auf

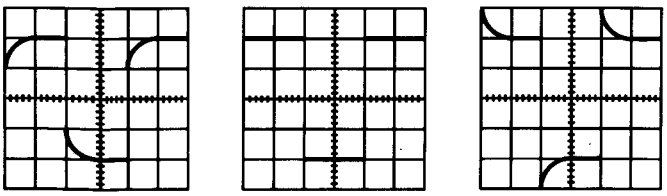
$$\frac{212}{\sqrt{f}}\,Vs \;\triangleq\; \frac{424}{\sqrt{f}}\,Vss \;\triangleq\; \frac{150}{\sqrt{f}}\,Veff.$$

Wichtig für die Aufzeichnung kleiner Signalspannungen ist die Wahl des Massepunktes am Prüfobjekt. Er soll möglichst immer nahe dem Meßpunkt liegen. Andernfalls können evtl. vorhandene Ströme durch Masseleitungen oder Chassisteile das Meßergebnis stark verfälschen. Besonders kritisch sind auch die Massekabel von Tastteilern. Sie sollen so kurz und dick wie möglich sein. Beim Anschluß des Tastteiler-Kopfes an eine BNC-Buchse sollte ein BNC-Adapter benutzt werden, der oft als Tastteiler-Zubehör mitgeliefert wird. Damit werden Masse- und Anpassungsprobleme eliminiert.

Das Auftreten merklicher Brumm- oder Störspannungen im Meßkreis (speziell bei einem kleinen Ablenkkoeffizienten) wird möglicherweise durch Mehrfach-Erdung verursacht, weil dadurch Ausgleichströme in den Abschirmungen der Meßkabel fließen können (Spannungsabfall zwischen den Schutzleiterverbindungen, verursacht von angeschlossenen fremden Netzgeräten, z. B. Signalgeneratoren mit Störschutzkondensatoren).

Abgleich des Tastteilers

Für die naturgetreue Aufzeichnung der Signale muß der verwendete Tastteiler 10:1 genau auf die Eingangsimpedanz des Vertikalverstärkers abgestimmt werden. Der HM204 besitzt hierfür einen eingebauten Rechteckgenerator mit einer Folgefrequenz von etwa 1 kHz und einer Ausgangsspannung von 0,2Vss ±1%. Zum Abgleich wird der Teilerkopf mit aufgestecktem Federhaken einfach an die mit einem Rechtecksignal bezeichnete Ausgang-Öse gelegt und sein Kompensationstrimmer entsprechend dem mittleren Bild abgeglichen.



falsch richtig falsch

Der **TIMEBASE**-Schalter soll sich dabei in Stellung **0,2ms/cm** befinden, und die Y-Eingangskopplung muß auf **DC** geschaltet sein. Steht der Eingangsteilerschalter in der **5mV/cm**-Stellung (Feinsteller auf **C**), ist das aufgezeichnete Signal ***4cm*** hoch. Da ein Tastteiler ständig mechanisch und elektrisch stark beansprucht wird, sollte man den Abgleich öfters kontrollieren.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Frequenz des eingebauten Rechteckgenerators nicht zur Zeit-Eichung verwendet werden kann. Ferner weicht das Tastverhältnis vom Wert 1:1 ab. Schließlich sei noch bemerkt, daß die Anstiegs- und Abfallzeiten des Rechtecksignals so kurz sind, daß die Rechteckflanken selbst bei maximaler Intensitätseinstellung kaum sichtbar sind. Dies ist kein Fehler, sondern ebenso Voraussetzung für einen einfachen und exakten Tastteilerabgleich (oder eine Ablenkkoeffizienten-Kontrolle) wie horizontale Impulsdächer, calibrierte Impulshöhe und Nullpotential am negativen Impulsdach.

Betriebsarten

Die gewünschte Betriebsart der Vertikalverstärker wird mit den 4 Tasten im Y-Feld gewählt. Bei ***Mono***-Betrieb stehen alle heraus. Dann ist nur ***Kanal I*** betriebsbereit. Bei ***Mono***-Betrieb mit ***Kanal II*** ist die Taste **CHI/II** zu drücken. Diese Taste trägt unten die Bezeichnung **TRIG. I/II**, weil damit gleichzeitig die Kanalumschaltung der Triggerung erfolgt. Wird die Taste **DUAL** gedrückt, arbeiten beide Kanäle. Bei dieser Tastenstellung erfolgt die Darstellung zweier Vorgänge nacheinander (alternate mode). Für das Oszilloskopieren sehr langsam verlaufender Vorgänge ist diese Betriebsart nicht geeignet. Das Schirmbild flimmert dann zu stark, oder es scheint zu springen. Drückt man zusätzlich die Taste **ALT/CHOP**, werden beide Kanäle innerhalb einer Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chopped mode). Auch langsam verlaufende Vorgänge werden dann flimmerfrei dargestellt. Für Signale mit höherer Folgefrequenz als 1 kHz ist die Art der Kanalumschaltung weniger wichtig. Ist die Taste **ALT/CHOP** (**I+II**) allein gedrückt, werden die Signale beider Kanäle addiert (Summendarstellung). Wird dann noch Kanal I invertiert (Taste **INVERT I** gedrückt), ist auch die Darstellung der Differenz möglich. Bei diesen beiden Betriebsarten ist die vertikale Position des Schirmbildes von der **Y-POS.**-Einstellung ***beider*** Kanäle abhängig.

Für ***XY-Betrieb*** wird die Taste **HOR. EXT.** betätigt. Das X-Signal wird über den Eingang (**HOR. INP.**) von ***Kanal II*** zugeführt. ***Eingangsteiler und Feineinstellung von Kanal II werden bei XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt.*** Zur horizontalen Positionseinstellung ist aber der **X-POS.**-Knopf zu benutzen. Die Positionseinstellung von Kanal II ist bei XY-Betrieb abgeschaltet. Maximale Empfindlichkeit und Eingangsimpedanz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. Die Taste **X-MAGN. X5** für die Dehnung der Zeitlinie darf dabei nicht gedrückt werden. Die Grenzfrequenz in X-Richtung beträgt ca. 2,5 MHz (-3dB). Jedoch ist zu beachten, daß schon ab 50kHz zwischen X und Y eine merkliche, nach höheren Frequenzen ständig zunehmende Phasendifferenz auftritt.

Signalspannung zwischen zwei hochliegenden Schaltungspunkten werden oft im ***Differenzbetrieb*** beider Kanäle gemessen. Als Spannungsabfall an einem bekannten Widerstand lassen sich so auch Ströme zwischen zwei hochliegenden Schaltungsteilen bestimmen. Allgemein gilt, daß bei der Darstellung von Differenzsignalen die Entnahme der beiden Signalspannungen nur mit Tastteilern absolut gleicher Impedanz und Teilung erfolgen darf. Für manche Differenzmessungen ist es vorteilhaft, die Massekabel beider Tastteiler ***nicht*** mit dem Meßobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuelle Brumm- oder Gleichtaktstörungen vermieden werden.

Bei der Untersuchung ***netzfrequenter magnetischer Einstreuungen*** in eine Schaltung mittels Spulensonde sollte beachtet werden, daß der Spulenanschluß über ein geschirmtes Kabel erfolgen muß. Auf der Oszilloskop-Seite sollte ein BNC-Stecker am Kabel angebracht werden. Zwischen Kabelseele und dem Stecker (Innenteil) ist ein 100Ω-Widerstand in Reihe zu schalten. Das Kabel verhindert undefinierte Einstreuungen in die Sonde. Der Widerstand dämpft hochfrequente Erregung. Bei der Messung sollte mit Netztriggerung (**TRIGGER SELECTOR**-Schalter auf **LINE**) gearbeitet werden.

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Vertikaleingang! Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollte der Schalter für die Signalankopplung zunächst immer auf **AC** und der Eingangsteilerschalter auf **20V/cm** stehen. Ist die Strahllinie nach dem Anlegen der Signalspannung plötzlich nicht mehr sichtbar, kann es sein, daß die Signalamplitude viel zu groß ist und den Vertikalverstärker total übersteuert. Der Eingangsteilerschalter muß dann nach links zurückgedreht werden, bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-8cm hoch ist. Bei mehr als 160Vss großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten. Verdunkelt sich die Strahllinie beim Anlegen des Signals sehr stark, ist wahrscheinlich die Periodendauer des Meßsignals wesentlich länger als der eingestellte Wert am **TIMEBASE**-Schalter. Er ist dann auf einen entsprechend größeren Zeitkoeffizienten nach links zu drehen.

Triggerung und Zeitablenkung

Die Aufzeichnung eines Signals ist erst dann möglich, wenn die Zeitablenkung ausgelöst, also getriggert wird. Damit sich auch ein stehendes Bild ergibt, muß die Auslösung synchron mit dem Meßsignal erfolgen. Dies ist möglich durch das Meßsignal selbst oder eine extern zugeführte, aber ebenfalls synchrone Signalspannung. Steht die Taste **AT/NORM.** ungedrückt in Stellung **AT** (***Automatische Triggerung***), wird immer eine Zeitlinie geschrieben, auch ohne angelegte Meßspannung. In dieser Stellung können praktisch alle unkomplizierten, sich periodisch wiederholenden Signale über 30Hz Folgefrequenz stabil stehend aufgezeichnet werden, wenn die auf dem Bildschirm dargestellte Signalhöhe ***mindestens 5mm*** beträgt (Triggerschwelle bei interner Triggerung). Die Bedienung der Zeitbasis beschränkt sich dann im wesentlichen auf die Zeiteinstellung. Eine **LEVEL**-Einstellung ist bei automatischer Triggerung weder nötig noch möglich. ***Die automatische Triggerung kann auch bei externer Triggersignalzuführung über die BNC-Buchse*** **TRIG. EXT.** ***im X-Feld angewendet werden.***

Mit ***Normaltriggerung*** (gedrückte Taste **AT/NORM.**) und **LEVEL**-Einstellung kann die Auslösung bzw. Triggerung der Zeitablenkung auch für sehr komplexe Signalformen an jeder Stelle einer Signalflanke erfolgen. Mit ,,level'' bezeichnet man den Pegel der Triggerkomparator-Gleichspannung, deren Amplitude und Vorzeichen mit dem **LEVEL**-Knopf einstellbar sind. Bei momentaner Übereinstimmung der Vergleichsspannung mit einem Punkt auf der Triggersignalflanke gibt der Komparatorausgang einen positiven Spannungssprung (TTL-Pegel) ab, der nach Freigabe einen erneuten Hinlauf der Zeitablenkung auslöst. Bei Normaltriggerung ist der mit der **LEVEL**-Einstellung erfaßbare Triggerbereich stark abhängig von der Bildhöhe des dargestellten Signals. Ist sie kleiner als 1 cm, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereiches etwas Feingefühl.

Das Signalbild wird etwa ab Triggerpunkt dargestellt. Die Triggerung startet normalerweise mit einer ***positiv*** steigenden Signalflanke. Soll die Triggerung mit einer ***negativ*** fallenden Flanke beginnen, muß die mit +/— bezeichnete Taste gedrückt werden. Bei sehr steiler Triggerflanke ist diese aber (links) im Bild nicht sichtbar, immer jedoch die positive bzw. negative Signalkuppe oder das entsprechende Impulsdach. Besonders wichtig ist die richtige Flankenwahl, wenn nur ein Teil einer Signalperiode dargestellt werden soll.

Bei ***interner Triggerung*** und Einkanalbetrieb wird das Triggersignal mit der Taste **CH I/II-TRIG. I/II** dem damit gewählten Kanal entnommen. Bei Zweikanalbetrieb ist die Zuführung des internen Triggersignals wahlweise von Kanal I oder II möglich. Dabei sollte die einfachere Signalform zum Triggern bevorzugt werden.

Zur ***Netztriggerung*** in Stellung **LINE** des **TRIGGER SELECTOR**-Schalters wird eine (geteilte) Sekundärwicklungsspannung des Netztransformators als netzfrequentes Triggersignal (50-60Hz) genutzt. Diese Triggerart ist unabhängig von Amplitude und Frequenz des Y-Signals und empfiehlt sich für alle Signale, die netzsychron sind. Dies gilt ebenfalls — in gewissen Grenzen — für ganzzahlige Vielfache oder Teile der Netzfrequenz. Die Netztriggerung erlaubt eine Signaldarstellung auch unterhalb der Triggerschwelle. Sie ist deshalb u. a. besonders geeignet

zur Messung kleiner Brummspannungen von Netzgleichrichtern oder netzfrequenter Einstreuungen in eine Schaltung. Je nach Polung des Oszilloskop-Netzsteckers ist es möglich, daß mit ungedrückter Taste +/— die Signaldarstellung mit einer negativen, also fallenden Flanke beginnt. Zur Korrektur genügt die Umpolung des Netzsteckers.

Für ***externe Triggerung*** ist die Taste **TRIG. EXT.** unterhalb des **TIMEBASE**-Schalters zu drücken und das Synchron-Signal (***0,6Vss bis 6Vss***) der Buchse **TRIG. EXT.** zuzuführen.

Die Ankopplungsart des Triggersignals ist intern wie extern mit dem **TRIGGER SELECTOR**-Schalter (links neben TIMEBASE-Schalter) umschaltbar auf **AC** oder **DC**. DC-Triggerung ist jedoch nur dann zu empfehlen, wenn bei ganz langsamen Vorgängen auf einen bestimmten Pegelwert des Meßsignals getriggert werden soll oder wenn impulsartige Signale mit sich während der Messung ständig ändernden Tastenverhältnissen dargestellt werden müssen. Bei interner DC-Triggerung ist es empfehlenswert, immer mit Normaltriggerung (gedrückte Taste **AT/NORM.**) zu arbeiten. In Stellung **AT** besteht sonst die Möglichkeit, daß sich bei nicht exakt eingestellter ***DC-Balance*** der Triggereinsatzpunkt verändert oder daß bei Signalen ohne Nulldurchgang die Triggerung ganz aussetzt. Die Balance des betreffenden Vertikaleingangs muß dann korrigiert werden.

Soll das ***Video-Signal eines Fernsehempfängers mit Bildfrequenz*** oszilloskopiert werden, muß man zur Abschwächung der Zeilenimpulse den **TRIGGER SELECTOR**-Schalter in Stellung **LF** (low frequency) bringen. Dies ist auch für die Triggerung anderer Signale unter 800Hz Folgefrequenz vorteilhaft, weil dann durch den eingeschalteten ***Tiefpaß*** hochfrequente Störungen und Rauschen in der Triggerspannungszuführung unterdrückt werden.

Video-Signale mit Zeilenfrequenz sind dagegen mit **AC**- (evtl. auch **DC**-) Triggerkopplung darstellbar.

Für hochfrequente Signale (>1MHz) empfiehlt sich die Stellung **HF**, bei der ein ***Hochpaß*** in der Triggerspannungszuführung Gleichspannungsschwankungen oder tieffrequente Störungen unterdrückt.

Wie bereits beschrieben, können einfache Signale in Stellung **AT** automatisch getriggert werden. Die Folgefrequenz darf dabei auch schwankend sein. Wird jedoch das Tastverhältnis eines Rechtecksignals so stark verändert, daß sich der eine Teil der Rechtecks zum Nadelimpuls verformt, kann die Umschaltung auf ***Normaltriggerung*** und die Bedienung des **LEVEL**-Knopfes erforderlich werden. Bei Signalgemischen ist die Triggermöglichkeit abhängig von gewissen periodisch wiederkehrenden Pegelwerten. Die **LEVEL**-Einstellung auf diese Pegelwerte erfordert etwas Feingefühl.

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des **LEVEL**-Knopfes bei Normaltriggerung kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen der Bildstand durch Betätigung der **TIMEBASE**-Feineinstellung erreicht werden.

Alle am **TIMEBASE**-Schalter einstellbaren Zeitkoeffizienten beziehen sich auf die linke Anschlagstellung **C** des Feinstellknopfes auf dem TIMEBASE-Schalter und eine Länge der Zeitlinie von 10cm. Bei Rechtsanschlag wird die Ablenkzeit um mindestens das 2,5fache verkürzt. Dieser Wert ist jedoch nicht exakt calibriert. Bei 5facher Dehnung der Zeitachse (Taste **X-MAGN. X5** gedrückt) ergibt sich dann in der obersten Stellung des **TIMEBASE**-Schalters zusammen mit der Rechtsdrehung des Feinstellknopfes eine ***maximale Auflösung von ca. 40ns/cm***. Die Wahl des günstigsten Zeitbereiches hängt von der Folgefrequenz der angelegten Meßspannung ab. Die Anzahl der dargestellten Kurvenbilder erhöht sich mit der Vergrößerung des Zeitkoeffizienten (Linksdrehung des **TIMEBASE**-Schalters).

Komponenten-Test

Der HM203-4 hat einen eingebauten Komponenten-Tester, der durch Drücken der CT-Taste sofort betriebsbereit ist. Der zweipolige Anschluß des zu prüfenden Bauelementes erfolgt über die Isolierbuchse im umrahmten **Component-Tester**-Feld (rechts unter dem Bildschirm) und über eine der Masse-Buchsen im Y-Feld. Bei gedrückter **Component-Tester**-Taste sind sowohl die Y-Vorverstärker wie auch der Zeitbasisgenerator abgeschaltet. Jedoch dürfen Signalspannungen an den drei Front-BNC-Buchsen weiter anliegen. Deren Zuleitungen müssen also nicht gelöst werden (siehe aber unten „Tests direkt in der Schaltung"). Außer den **INTENS.**-, **FOCUS**- und **X-POS.**-Kontrollen haben die übrigen Oszilloskop-Einstellungen keinen Einfluß auf den Testbetrieb. Für die Verbindung des Testobjekts mit den CT-Buchsen sind zwei einfache Meßschnüre mit 4mm-Bananensteckern erforderlich. Wenn nötig, sind diese unter Bezeichnung HZ21 von HAMEG zu beziehen. Nach beendetem Test kann durch Auslösen der CT-Taste der Oszilloskop-Betrieb übergangslos fortgesetzt werden.

Entsprechend der Schutzklasse des HM203 und der Schutzklasse eventuell über Meßkabel angeschlossener anderer Netzgeräte ist es möglich, daß die mit Massezeichen versehene Buchse mit dem Netzschutzleiter verbunden, also geerdet ist. Im allgemeinen ist

das für den Test einzelner Bauelemente ohne Belang.

Bei Tests in der Schaltung muß letztere unter allen Umständen vorher stromlos gemacht werden. Bei schutzgeerdeter Netzanschluß-Schaltung ist es dazu erforderlich, den Netzstecker der zu testenden Schaltung zu ziehen, damit auch deren Schutzerdverbindung aufgetrennt ist. Eine doppelte Schutzleiterverbindung würde zu falschen Testergebnissen führen.

Das Testprinzip ist von bestechender Einfachheit. Der Netztrafo im HM203 liefert eine netzfrequente Sinusspannung, die die Reihenschaltung aus Prüfobjekt und einem eingebauten Widerstand speist. Die Sinusspannung wird zur Horizontalablenkung und der Spannungsabfall am Widerstand zur Vertikalablenkung benutzt.

Ist das Prüfobjekt eine reelle Größe (z. B. ein Widerstand), sind beide Ablenkspannungen phasengleich. Auf dem Bildschirm wird ein mehr oder weniger schräger Strich dargestellt. Ist das Prüfobjekt kurzgeschlossen, steht der Strich senkrecht. Bei Unterbrechung oder ohne Prüfobjekt zeigt sich eine waagerechte Linie. Die Schrägstellung des Striches ist ein Maß für den Widerstandswert. Damit lassen sich ohmische Widerstände zwischen ***20Ω*** und ***4,7kΩ*** testen.

Kondensatoren und ***Induktivitäten*** (Spulen, Drosseln, Trafowicklungen) bewirken eine Phasendifferenz zwischen Strom und Spannung, also auch zwischen den Ablenkspannungen. Das ergibt ellipsenförmige Bilder. ***Schrägstellung und Öffnungsweite der Ellipse sind kennzeichnend für den Scheinwiderstandswert bei Netzfrequenz.*** Kondensatoren werden im Bereich ***0,1µF*** bis ***1000µF*** angezeigt.

Bei ***Halbleitern*** erkennt man die ***spannungsabhängigen Kennlinienknicke*** beim Übergang von der leitenden in die nichtleitende Zone. Soweit das spannungsmäßig möglich ist, werden ***Vorwärts- und Rückwärts-Charakteristik*** dargestellt (z. B. bei einer Z-Diode unter 8V). Es handelt sich immer um eine Zweipol-Prüfung; deshalb kann z. B. die Verstärkung eines Transistors nicht getestet werden, wohl aber die einzelnen Übergänge B-C, B-E, C-E. Da die am Testobjekt anliegende Spannung nur einige Volt beträgt, können die einzelnen Zonen fast aller ***Halbleiter zerstörungsfrei geprüft*** werden. Andererseits ist deshalb ein Test der Durchbruch- oder Sperrspannung an Halbleitern für hohe Speisespannung ausgeschlossen. Das ist im allgemeinen kein Nachteil, da im Fehlerfall in der Schaltung sowieso grobe Abweichungen auftreten, die eindeutige Hinweise auf das fehlerhafte Bauelement geben.

Recht genaue Ergebnisse erhält man beim ***Vergleich mit sicher funktionsfähigen Bauelementen*** des gleichen Typs und Wertes. Dies gilt insbesondere auch für Halbleiter. Man kann damit z. B. den kathodenseitigen Anschluß einer Diode oder Z-Diode mit unkenntlicher Bedruckung, die Unterscheidung eines p-n-p-Transistors vom komplementären n-p-n-Typ oder die richtige Gehäuseanschlußfolge B-C-E eines unbekannten Transistortyps schnell ermitteln. Wichtiger noch ist die einfache Gut-Schlecht-Aussage über Bauteile mit Unterbrechung oder Kurzschluß, die im Service-Betrieb erfahrungsgemäß am häufigsten benötigt wird.

Die übliche Vorsicht gegenüber einzelnen MOS-Bauelementen in bezug auf statische Aufladung oder Reibungselektrizität wird dringend angeraten. — Brumm kann auf dem Bildschirm sichtbar werden, wenn der Basis- oder Gate-Anschluß eines einzelnen Transistors offen ist, also gerade nicht getestet wird (Handempfindlichkeit).

Tests direkt in der Schaltung sind in vielen Fällen möglich, aber nicht so eindeutig. Durch Parallelschaltung reeller und/oder komplexer Größen — besonders wenn diese bei Netzfrequenz relativ niederohmig sind — ergeben sich meistens große Unterschiede gegenüber Einzelbauteilen. Hat man oft mit Schaltungen gleicher Art zu arbeiten (Service), dann hilft auch hier ein ***Vergleich mit einer funktionsfähigen Schaltung***. Dies geht sogar besonders schnell, weil die Vergleichsschaltung gar nicht unter Strom gesetzt werden muß (und darf!). Mit den Testkabeln sind einfach die identischen Meßpunktpaare nacheinander abzutasten und die Schirmbilder zu vergleichen. Unter Umständen enthält die Testschaltung selbst schon die Vergleichsschaltung, z. B. bei Stereo-Kanälen, Gegentaktbetrieb, symmetrischen Brückenschaltungen. In Zweifelsfällen kann ein Bauteilanschluß einseitig abgelötet werden. Genau dieser Anschluß sollte dann mit der ***Prüfbuchse ohne Massezeichen*** verbunden werden, weil sich damit die Brummeinstreuung verringert. Die Prüfbuchse mit Massezeichen liegt an Oszilloskop-Masse und ist deshalb brumm-unempfindlich.

Beim Test in der Schaltung ist es notwendig, die an die BNC-Buchsen des HM203 angeschlossenen Meßkabel- und Tastteiler-Verbindungen zur Schaltung hin zu trennen. Sonst ist man nicht mehr wahlfrei bei der Meßpunkt-Abtastung (doppelte Masseverbindung).

Die Testbilder auf Seite M12 zeigen einige praktische Beispiele für die Anwendung des Komponenten-Testers.

Aufstell-Tragegriff

Damit die Frontseite des Gerätes bei Tischaufstellung genau in Blickrichtung liegt, ist die Schräglage mit Hilfe des Tragegriffs in zwei Stellungen (≙ 10° und 21° gegen

die Horizontale) einrastbar. Außerdem kann der Tragegriff an die Gehäuse-Oberseite oder Unterseite angelegt werden. Beim Tragen des Gerätes rastet der Griff automatisch in Frontstellung ein. ***Der U-Winkel des Griffs hat zwei Endlagen, die durch leichtes Ziehen oder Drücken des Griffs beidseitig einrasten. In der Mittelstellung ist der Griff beliebig schwenkbar.***

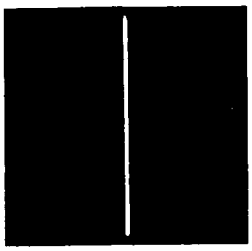
Wartung

Im Rahmen der Wartung des Gerätes wird empfohlen, einige wichtige Eigenschaften und Kriterien des HM203 in gewissen Zeitabständen zu überprüfen. Im folgenden Testplan sind nur solche Untersuchungsmethoden angegeben, die ohne größeren Aufwand an Meßgeräten durchführbar sind.

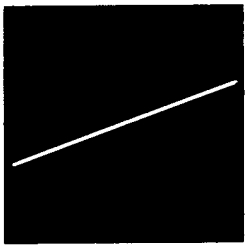
Zubehör

Zur Grundausrüstung der HAMEG-Oszilloskope gehört nur die Bedienungsanleitung. Meßkabel, Tastteiler und anderes Zubehör müssen dem jeweiligen Bedarf entsprechend beschafft werden (siehe HAMEG-Zubehörprospekte).

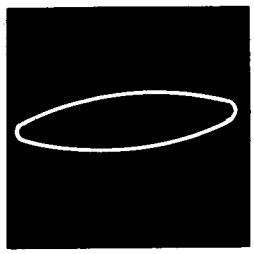
Testbilder Bauteile einzeln



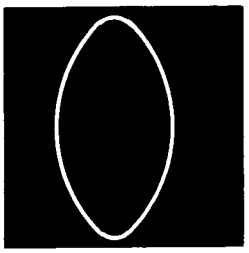
Kurzschluß



Widerstand 510Ω

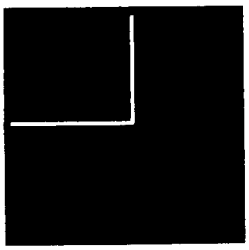


Netztrafo prim.

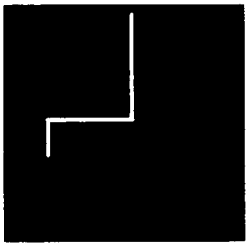


Kondensator 33µF

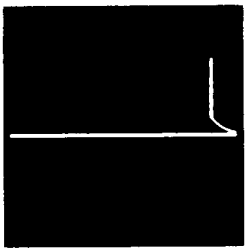
Testbilder Transistoren einzeln



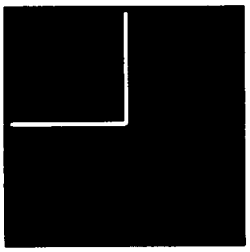
Strecke B-C



Strecke B-E

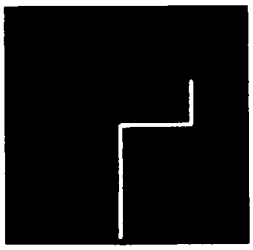


Strecke E-C

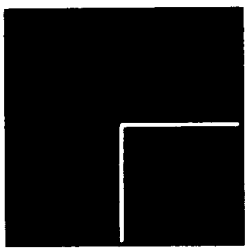


FET

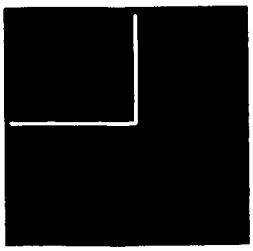
Testbilder Dioden einzeln



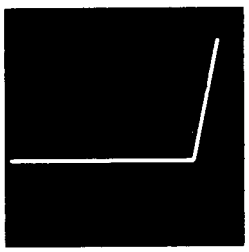
Z-Diode unter 8V



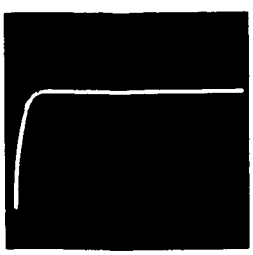
Z-Diode über 12V



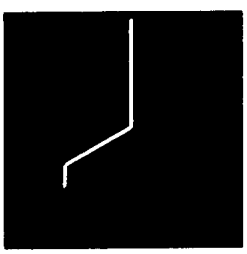
Siliziumdiode



Germaniumdiode

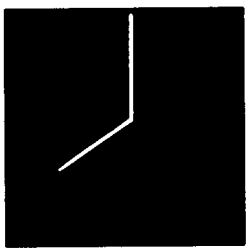


Gleichrichter

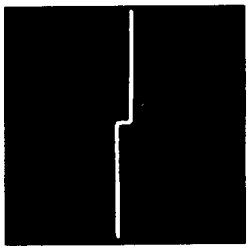


Thyrister G u. A verb.

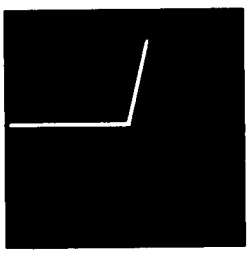
Testbilder Halbleiter in der Schaltung



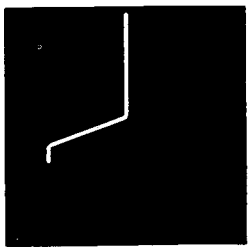
Diode parallel 680Ω



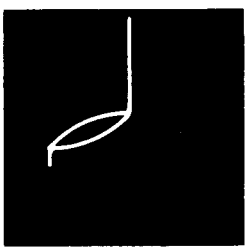
2 Dioden antiparallel



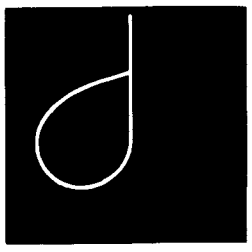
Diode in Reihe mit 51Ω



B-E parallel 680Ω



Strecke B-E mit 1µ + 680Ω



Si.-Diode mit 10µF

KURZANLEITUNG für HM 203-4

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gerät an Netz anschließen, Netztaste (oben rechts neben Bildschirm) drücken.
Leuchtdiode ~ zeigt Betriebszustand an. ***Gehäuse, Chassis und Meßbuchsen-Massen sind mit dem Netzschutzleiter verbunden (Schutzklasse I).***
Keine weitere Taste drücken. **TRIGGER SELECTOR**-Schalter auf **AC**.
Eingangskopplungsschalter **CH. I** auf **GD**.
Am Knopf **INTENS.** mittlere Helligkeit einstellen.
Mit den Knöpfen **Y-POS. I** und **X-POS.** Zeitlinie auf Bildschirmmitte bringen.
Anschließend mit **FOCUS**-Knopf Zeitlinie scharf einstellen.

Betriebsart Vertikalverstärker

Kanal I: Alle Tasten im Y-Feld herausstehend.
Kanal II: Taste **CHI/II** gedrückt.
Kanal I und II: Taste **DUAL** gedrückt.
Kanalumschaltung altern. oder chop. wahlweise mit Taste **ALT/CHOP**.
Signale <1 kHz mit gedrückter Taste **ALT/CHOP**.
Kanäle I+II (Summe): Nur Taste **I+II** (**ALT/CHOP**) drücken.
Kanäle —I+II (Differenz): Nur Tasten **I+II** (**ALT/CHOP**) und **INVERT I** drücken.

Betriebsart Triggerung

Triggerart: mit Taste **AT/NORM.** wählen:
AT = Automatische Triggerung (ungedrückt). **NORM.** = Normaltriggerung (gedrückt).
Trigger-Flankenrichtung: mit Taste **+/—** wählen:
Interne Triggerung: Kanal wird mit Taste **TRIG. I/II** (**CHI/II**) gewählt.
Dies gilt für alle oben angeführten Vertikalverstärker-Betriebsarten (außer bei Netztriggerung).
Externe Triggerung: Taste **TRIG. EXT.** drücken; Synchron-Signal (0,6-6V) auf Buchse **TRIG. EXT.**
Netztriggerung: **TRIGGER SELECTOR**-Schalter auf **LINE**.
Triggerkopplung: mit **TRIGGER SELECTOR**-Schalter **AC-DC-HF-LF** wählen.
Trigger-Frequenzbereich: **AC** und **DC** bis 1 MHz, **HF** oberhalb 1 MHz, **LF** unterhalb 1 kHz.
Video-Signalgemische mit Zeilenfrequenz: **TRIGGER SELECTOR**-Schalter auf **AC** (evtl. **DC**).
Video-Signalgemische mit Bildfrequenz: **TRIGGER SELECTOR**-Schalter auf **LF**.

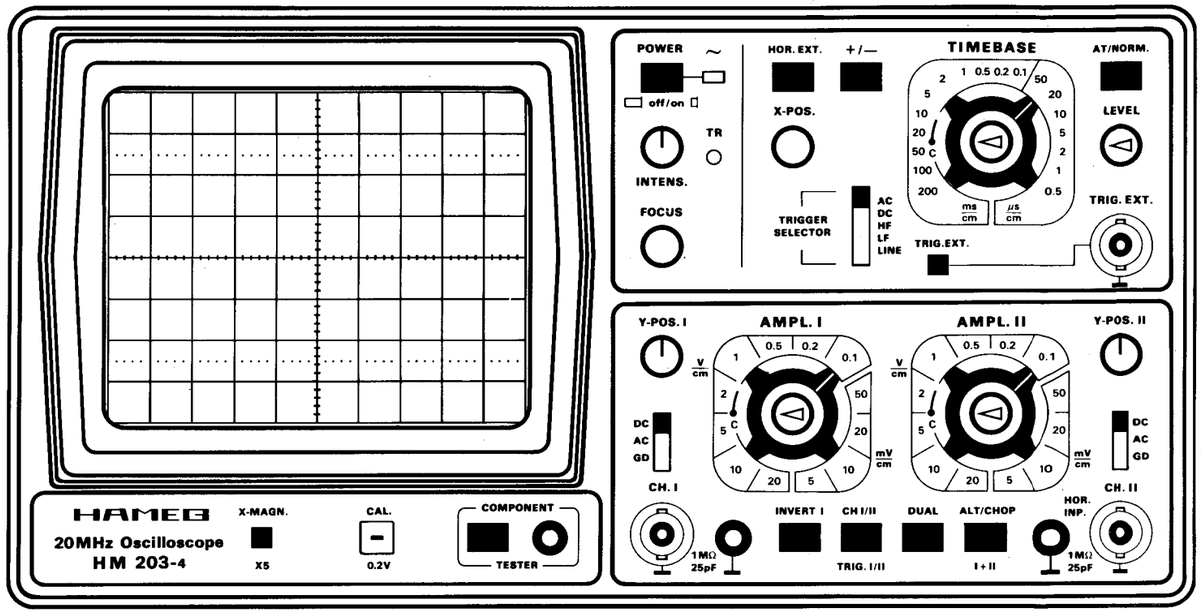
Messung

Meßsignal den Vertikal-Eingangsbuchsen von **CH. I** und/oder **CH. II** zuführen.
Tastteiler vorher mit eingebautem Rechteckgenerator **CAL.** abgleichen.
Eingangskopplung auf **AC** oder **DC** schalten.
Mit Teilerschalter **AMPL. I** bzw. **AMPL. II** Signal auf gewünschte Bildhöhe einstellen.
Am **TIMEBASE**-Schalter Zeitkoeffizienten wählen.
Bei Normaltriggerung mit **LEVEL**-Knopf Triggerpunkt einstellen.
Amplitudenmessung mit **AMPL.**-Feinsteller auf Linksanschlag **C**.
Zeitmessung mit **TIMEBASE**-Feinsteller auf Linksanschlag **C**.
Dehnung x5: Taste **X-MAGN. X5** drücken.
Externe Horizontalablenkung (***XY-Betrieb***) mit gedrückter Taste **HOR. EXT.** (X-Eingang: **CH. II**).

Komponenten-Test

COMPONENT-TESTER-Taste drücken. Bauteil zweipolig an **CT**- und Masse-Buchse anschließen.
Test in der Schaltung: Schaltung spannungsfrei und massefrei (erdfrei) machen.
Netzstecker ziehen, Verbindungen mit HM203 lösen (Kabel, Tastteiler), dann erst testen.

Frontbild



Testplan

Allgemeines

Dieser Testplan soll helfen, in gewissen Zeitabständen und ohne großen Aufwand an Meßgeräten die wichtigsten Funktionen des HM203-4 zu überprüfen. Aus dem Test eventuell resultierende Korrekturen und Abgleicharbeiten im Inneren des Gerätes sind in der Service-Anleitung beschrieben. Sie sollten jedoch nur von Personen mit entsprechender Fachkenntnis durchgeführt werden.

Wie bei den Voreinstellungen ist darauf zu achten, daß zunächst alle drei Knöpfe mit Pfeilen in Calibrierstellung stehen. Keine der Tasten soll gedrückt sein (insbesondere nicht die Tasten **AT/NORM.** und **HOR. EXT.**). Der **TRIGGER SELECTOR**-Schalter sollte in der obersten Stellung **AC** stehen. Es wird empfohlen, das Oszilloskop schon ca. 15 Minuten vor Testbeginn einzuschalten.

Strahlröhre: Helligkeit und Schärfe, Linearität, Rasterverzeichnung

Die Strahlröhre im HM203 hat normalerweise eine gute Helligkeit. Ein Nachlassen derselben kann nur visuell beurteilt werden. Eine gewisse Randunschärfe ist jedoch in Kauf zu nehmen. Sie ist röhrentechnisch bedingt. Zu geringe Helligkeit kann die Folge zu kleiner Hochspannung sein. Dies erkennt man leicht an der dann stark vergrößerten Empfindlichkeit des Vertikalverstärkers. Der Einstellbereich für maximale und minimale Helligkeit muß so liegen, daß kurz vor Linksanschlag des **INTENS.**-Einstellers der Strahl gerade verlöscht und bei Rechtsanschlag die Schärfe und Strahlbreite noch akzeptabel sind. ***Auf keinen Fall darf bei maximaler Intensität mit Zeitablenkung der Rücklauf sichtbar sein. Auch bei gedrückter Taste*** **HOR. EXT.** ***muß sich der Strahl völlig verdunkeln lassen.*** Dabei ist zu beachten, daß bei starken Helligkeitsänderungen immer neu fokussiert werden muß. Außerdem soll bei max. Helligkeit kein „Pumpen" des Bildes auftreten. Letzteres bedeutet, daß die Stabilisation der Hochspannungsversorgung nicht in Ordnung ist. Die Potentiometer für Hochspannung, minimale und maximale Helligkeit sind nur innen zugänglich (siehe Abgleichplan und Service-Anleitung).

Ebenfalls röhrentechnisch bedingt sind gewisse Toleranzen der Linearität und Rasterverzeichnung. Sie sind in Kauf zu nehmen, wenn die vom Röhrenhersteller angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden. Auch hierbei sind speziell die Randzonen des Schirms betroffen. Ebenso gibt es Toleranzen der Achsen- und Mittenabweichung. Alle diese Grenzwerte werden von HAMEG überwacht. Das Aussuchen einer toleranzfreien Röhre ist praktisch unmöglich (zu viele Parameter).

Astigmatismuskontrolle

Es ist zu prüfen, ob sich die maximale Schärfe waagerechter und senkrechter Linien bei der selben **FOCUS**-Knopfeinstellung ergibt. Man erkennt dies am besten bei der Abbildung eines Rechtecksignals höherer Frequenz (ca. 1 MHz). Eine andere Methode ist die Kontrolle der Leuchtfleckform. Bei abgeschaltetem Y-Eingang (Stellung **GD**) und gedrückter Taste **HOR. EXT.** wird mit dem **FOCUS**-Einsteller mehrmals über den Fokussierpunkt gedreht. Die Form (nicht die Größe) des Leuchtflecks, gleichgültig ob rund, oval oder eckig, muß dabei rechts und links vom Fokussierpunkt gleich bleiben. Für die Astigmatismus-Korrektur (senkrechte Schärfe) befindet sich im Gerät ein Potentiometer von 50kΩ (siehe Abgleichplan und Service-Anleitung).

Symmetrie und Drift des Vertikalverstärkers

Beide Eigenschaften werden im wesentlichen von den Eingangsstufen bestimmt. ***Die Prüfung und Korrektur der DC-Balance erfolgt wie in der Bedienungsanleitung beschrieben.***

Einen gewissen Aufschluß über die Symmetrie von Kanal I und des Y-Endverstärkers erhält man beim Invertieren (Taste **INVERT I** drücken). Bei guter Symmetrie darf sich die Strahllage um etwa 5 mm ändern. Gerade noch zulässig wäre 1 cm. Größere Abweichungen weisen auf eine Veränderung im Vertikalverstärker hin.

Eine weitere Kontrolle der Y-Symmetrie ist über den Stellbereich der **Y-POS.**-Einstellung möglich. Man gibt auf den Y-Eingang ein Sinussignal von etwa 10-100kHz. Wenn dann bei einer Bildhöhe von ca. 8 cm der **Y-POS. I**-Knopf nach beiden Seiten bis zum Anschlag gedreht wird, muß der oben und unten noch sichtbare Teil ungefähr gleich groß sein. Unterschiede bis 1 cm sind noch zulässig (Signalankopplung dabei auf **AC**).

Die Kontrolle der Drift ist relativ einfach. Nach etwa ***10 Minuten Einschaltzeit*** wird der Strahl exakt auf Mitte Bildschirm gestellt. In der folgenden Stunde darf sich die Strahllage um nicht mehr als 5mm verändern. Größere Abweichungen werden oft durch unterschiedliche Einzeldaten des Doppel-FET's im Eingang des Y-Vorverstärkers verursacht. Teilweise werden Driftschwankungen auch von dem am Gate vorhandenen Offsetstrom beeinflußt. Dieser ist zu hoch, wenn sich beim Durchdrehen des betreffenden Teilerschalters über alle Stellungen ohne Signal die vertikale Strahllage insgesamt mehr als 0,5 mm verändert. Manchmal treten solche Effekte erst nach längerer Betriebszeit des Gerätes auf.

Calibration des Vertikalverstärkers

Die mit einem Rechteck bezeichnete Ausgangs-Öse gibt eine Rechteckspannung von ***200mVss*** ab. Sie hat normalerweise eine Toleranz von nur ***1%***. Stellt man eine direkte Verbindung zwischen Ausgangs-Öse und dem Eingang des Vertikalverstärkers her, muß das aufgezeichnete Signal in Stellung **50mV/cm** ***4cm hoch*** sein (Feinstellknopf des Teilerschalter auf Linksanschlag **C**; Signalankopplung **DC**). Abweichungen von maximal 1,2mm (3%) sind gerade noch zulässig. Wird zwischen Ausgangs-Öse und Meßeingang ein ***Tastteiler 10:1*** geschaltet, muß sich die gleiche Bildhöhe in Stellung **5mV/cm** ergeben. Bei größeren Toleranzen sollte man erst klären, ob die Ursache im Vertikalverstärker selbst oder in der Amplitude der Rechteckspannung zu suchen ist. Unter Umständen kann auch ein zwischengeschalteter Tastteiler fehlerhaft oder falsch abgeglichen sein oder zu hohe Toleranzen haben. Gegebenenfalls ist die Calibration des Vertikalverstärkers mit einer exakt bekannten Gleichspannung möglich (**DC**-Signalankopplung!). Die Strahllage muß sich dann entsprechend dem eingestellten Ablenkkoeffizienten verändern.

Der Feinstellknopf am Teilerschalter erhöht am Rechtsanschlag die Eingangsempfindlichkeit in jeder Schalterstellung mindestens um den Faktor 2,5. Stellt man den Teilerschalter auf **100mV/cm**, soll sich die Calibratorsignal-Höhe von 2cm auf mindestens 5cm ändern.

Übertragungsgüte des Vertikalverstärkers

Die Kontrolle der Übertragungsgüte ist nur mit Hilfe eines Rechteckgenerators mit kleiner Anstiegszeit (max. 5ns) möglich. Das Verbindungskabel muß dabei direkt am Vertikaleingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand (z. B. HAMEG HZ34 mit HZ22) abgeschlossen sein. Zu kontrollieren ist mit 50Hz, 500Hz, 5kHz, 50kHz und 500kHz. Dabei darf das aufgezeichnete Rechteck, besonders bei 500kHz und einer Bildhöhe von 4-5cm, kein Überschwingen zeigen. Jedoch soll die vordere Anstiegsflanke oben auch nicht nennenswert verrundet sein. Bei den angegebenen Frequenzen dürfen weder Dachschrägen noch Löcher oder Höcker im Dach auffällig sichtbar werden. ***Einstellung:*** Ablenkkoeffizient **5mV/cm**; Signalankopplung auf **DC**; Y-Feinsteller in Calibrationsstellung **C**. Im allgemeinen treten nach Verlassen des Werkes keine größeren Veränderungen auf, so daß normalerweise auf diese Prüfung verzichtet werden kann.

Allerdings ist für die Qualität der Übertragungsgüte nicht nur der Meßverstärker von Einfluß. Der vor den Verstärker geschaltete ***Eingangsteiler ist in jeder Stellung frequenzkompensiert***. Bereits kleine kapazitive Veränderungen können die Übertragungsgüte herabsetzen. Fehler dieser Art werden in der Regel am besten mit einem Rechtecksignal niedriger Folgefrequenz (z. B. 1kHz) erkannt. Wenn ein solcher Generator mit max. 40Vss zur Verfügung steht, ist es empfehlenswert, in gewissen Zeitabständen alle Stellungen der Eingangsteiler zu überprüfen und, wenn erforderlich, nachzugleichen (Abgleich entsprechend Abgleichplan). Allerdings ist hierfür noch ein kompensierter ***2:1-Vorteiler*** erforderlich, welcher auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen wird. Er kann selbstgebaut oder unter der Typenbezeichnung HZ23 von HAMEG bezogen werden (siehe Zubehörprospekt). Wichtig ist nur, daß der Teiler abgeschirmt ist. Zum Selbstbau benötigt man an elektrischen Bauteilen einen 1MΩ-Widerstand (±1%) und, parallel dazu, einen C-Trimmer 3/15pF parallel mit etwa 20pF. Diese Parallelschaltung wird einerseits direkt mit dem Vertikaleingang **CH.I** bzw. **CH.II**, andererseits über ein möglichst kapazitätsarmes Kabel mit dem Generator verbunden. Der Vorteiler wird in Stellung **5mV/cm** auf die Eingangsimpedanz des Oszilloskops abgeglichen (Feinstellknopf auf **C**; Signalkopplung auf **DC**; Rechteckdächer exakt horizontal ohne Dachschräge). Danach soll die Form des Rechtecks in jeder Eingangsteilerstellung gleich sein.

Betriebsarten: MONO/DUAL, ALT/CHOP, I+II und XY-Betrieb

Wird die Taste **DUAL** gedrückt, müssen sofort zwei Zeitlinien erscheinen. Bei Betätigung der **Y-POS.**-Knöpfe sollten sich die Strahllagen gegenseitig nicht beeinflussen. Trotzdem ist dies auch bei intakten Geräten nicht ganz zu vermeiden. Wird ein Strahl über den ganzen Schirm verschoben, darf sich die Lage des anderen dabei um maximal 0,5mm verändern.

Ein Kriterium bei Chopperbetrieb ist die Strahlverbreiterung und Schattenbildung um die Zeitlinie im oberen oder unteren Bildschirmbereich. Normalerweise darf beides nicht sichtbar sein. **TIMEBASE**-Schalter dabei auf **1µs/cm**; Tasten **DUAL** und **ALT/CHOP** drücken. Signalkopplung auf **GD**; **INTENS.**-Knopf auf Rechtsanschlag; **FOCUS**-Einstellung auf optimale Schärfe. Mit den beiden **Y-POS.**-Knöpfen wird eine Zeitlinie auf +2cm, die andere auf −2cm Höhe gegenüber der horizontalen Mittellinie des Rasters geschoben. Nicht auf die Chopperfrequenz (1MHz) synchronisieren! Mehrmals Taste **ALT/CHOP** auslösen und drücken. Dabei müssen Spurverbreiterung und periodische Schattenbildung vernachlässigbar klein sein.

Wesentliches Merkmal bei **I+II** (nur Taste **ALT/CHOP** gedrückt) oder **−I+II**-Betrieb (Taste **INVERT I** zusätzlich gedrückt) ist die Verschiebbarkeit der Zeitlinie mit ***beiden*** **Y-POS.**-Knöpfen.

Bei XY-Betrieb (**HOR. EXT.**-Taste gedrückt) muß die Empfindlichkeit in beiden Ablenkrichtungen gleich sein. Dabei sollen die beiden Feinsteller auf Linksanschlag (**C**) stehen und die Dehnungstaste **X-MAGN. X5** nicht gedrückt sein. Gibt man das Signal des eingebauten Rechteckgenerators auf den Eingang von Kanal II, muß sich horizontal, wie bei Kanal I in vertikaler Richtung, eine Ablenkung von ***4cm*** ergeben (**50mV/cm**-Stellung).

Die Prüfung der Einzelkanaldarstellung mit der Taste **CH I/II** erübrigt sich. Sie ist indirekt in den oben angeführten Prüfungen bereits enthalten.

Kontrolle Triggerung

Wichtig ist die interne Triggerschwelle. Sie bestimmt, ab welcher Bildhöhe ein Signal exakt stehend aufgezeichnet wird. Beim HM203 sollte sie bei 3 bis 5mm liegen. Eine noch empfindlichere Triggerung birgt die Gefahr des Ansprechens auf den Stör- und Rauschpegel in sich, insbesondere dann, wenn die Empfindlichkeit des Vertikaleingangs mit dem Feinregler auf Rechtsanschlag erhöht wurde. Dabei können phasenverschobene Doppelbilder auftreten. Eine Veränderung der Triggerschwelle ist nur intern möglich. Die Kontrolle erfolgt mit irgendeiner Sinusspannung zwischen 50Hz und 1MHz, bei automatischer Triggerung (**LEVEL**-Knopf gedrückt). Danach ist festzustellen, ob die gleiche Triggerempfindlichkeit auch mit Normaltriggerung (**LEVEL**-Knopf gezogen) vorhanden ist. Bei beiden Triggerarten muß eine **LEVEL**-Einstellung vorgenommen werden. Durch Drücken der **+**/—Taste muß sich der Kurvenanstieg der ersten Schwingung umpolen. Der HM203 muß, bei einer Bildhöhe von etwa 5mm und **HF**-Einstellung der Triggerkopplung, Sinussignale bis 40MHz einwandfrei intern triggern.

Zur externen Triggerung (Taste **EXT.** gedrückt) sind ca. 0,6Vss Spannung (synchron zum Y-Signal) an der Buchse **TRIG. EXT.** erforderlich.

Die TV-Triggerung wird am besten mit einem Videosignal beliebiger Polarität geprüft. Nur in der **TRIGGER SELECTOR**-Schalterstellung **LF** ist eine sichere Triggerung auf den Bildimpuls möglich. Dagegen kann nur in Stellung **AC** (evtl. **DC**) auf die Zeilenfrequenz getriggert werden. Steht kein Videosignal zur Verfügung, so kann die TV-Triggerung mit der Netz- und der Calibrationsfrequenz untersucht werden. Bei Triggerung auf die Netzfrequenz darf die Stellung **LF** keinen Einfluß auf die Triggerung haben. Beim 1kHz-Calibrationssignal muß sich hingegen der minimale Signalspannungsbedarf für eine einwandfreie Triggerung mindestens verdoppeln.

Wird mit einem ***Sinussignal ohne Gleichspannungsanteil*** intern oder extern getriggert, dann darf sich beim Umschalten von **AC** auf **DC** des **TRIGGER SELECTOR**-Schalters das Bild nicht horizontal verschieben. Voraussetzung hierfür ist eine ***korrekte DC-Balance-Einstellung*** des Vertikalverstärkereingangs (siehe Bedienungsanleitung).

Werden beide Vertikalverstärkereingänge **AC**-gekoppelt an das gleiche Signal geschaltet und im alternierenden Zweikanal-Betrieb (nur Taste **DUAL** gedrückt) beide Strahlen auf dem Bildschirm exakt zur Deckung gebracht, dann darf in keiner Stellung der Taste **CH I/II-TRIG. I/II** oder beim Umschalten des **TRIGGER SELECTOR**-Schalters von **AC** auf **DC** eine Änderung de Bildes sichtbar sein.

Eine Kontrolle der ***Netztriggerung (50-60Hz)*** in Stellung **LINE** des **TRIGGER SELECTOR**-Schalters ist mit einer netzfrequenten Eingangsspannung (auch harmonisch oder sub-harmonisch) möglich. Um zu kontrollieren, ob die Netztriggerung bei sehr kleiner oder großer Signalspannung nicht aussetzt, sollte die Eingangsspannung bei ca. 1V liegen. Durch Drehen des betreffenden Eingangsteilerschalters (mit Feinsteller) läßt sich die dargestellte Signalhöhe dann beliebig variieren.

Zeitablenkung

Vor Kontrolle der Zeitbasis ist festzustellen, ob die ***Zeitlinie 10cm lang*** ist. Andernfalls kann sie am Potentiometer für die Sweep-Amplitude (siehe Abgleichplan) korrigiert werden. Diese Einstellung sollte bei der mittleren **TIMEBASE**-Schalterstellung **50µs/cm** erfolgen. Vor Beginn der Arbeit ist der Zeit-Feinsteller auf **C** einzurasten. Die Taste **X-MAGN. X5** soll nicht gedrückt sein. Dies gilt, bis deren einzelne Änderungsbereiche kontrolliert werden. Ferner ist zu untersuchen, ob die Zeitablenkung von links nach rechts schreibt. Hierzu Zeitlinie mit **X-POS.**-Einsteller auf horizontale Rastermitte zentrieren und **TIMEBASE**-Schalter auf **200ms/cm** stellen. (Wichtig nur nach Röhrenwechsel!)

Steht für die Überprüfung der Zeitbasis kein exakter Markengeber zur Verfügung, kann man auch mit einem genau geeichten Sinusgenerator arbeiten. Seine Frequenztoleranz sollte nicht größer als ±1% sein. Die Zeitwerte des HM203 werden zwar mit ±3% angegeben; in der Regel sind sie jedoch wesentlich besser. Zur gleichzeitigen Kontrolle der Linearität sollten immer mind. 10 Schwingungen, d. h. ***alle cm ein Kurvenzug*** abgebildet werden. Zur exakten Beurteilung wird mit Hilfe der **X-POS.**-Einstellung die Spitze des ersten Kurvenzugs genau hinter die erste vertikale Linie des Rasters gestellt. Die Tendenz einer evtl. Abweichung ist schon nach den ersten Kurvenzügen erkennbar.

Recht genau kann man die Bereiche **20** und **10ms/cm** mit Netzfrequenz ***50Hz*** kontrollieren. Es wird dann bei **20ms/cm** alle cm und bei **10ms/cm** alle 2cm ein Kurvenzug abgebildet.

Für häufige Routinekontrollen der Zeitbasis an einer größeren Anzahl von Oszilloskopen ist die Anschaffung eines Oszilloskop-Calibrators empfehlenswert. Dieser besitzt auch einen quarzgenauen Markergeber, der für jeden Zeitbereich Nadelimpulse im Abstand von 1cm abgibt. Dabei ist zu beachten, daß bei der Triggerung solcher Impulse zweckmäßig mit Normaltriggerung (Taste **AT/NORM.** gedrückt) und **LEVEL**-Einstellung gearbeitet wird.

Die folgende Tabelle zeigt, welche Frequenzen für den jeweiligen Bereich benötigt werden.

200ms/cm —	2Hz	0.2ms/cm —	5kHz
100ms/cm —	10Hz	0.1ms/cm —	10kHz
50ms/cm —	20Hz	50µs/cm —	20kHz
20ms/cm —	50Hz	20µs/cm —	50kHz
10ms/cm —	100Hz	10µs/cm —	100kHz
5ms/cm —	200Hz	5µs/cm —	200kHz
2ms/cm —	500Hz	2µs/cm —	500kHz
1ms/cm —	1kHz	1µs/cm —	1MHz
0.5ms/cm —	2kHz	0.5µs/cm —	2MHz

Dreht man den Zeit-Feinsteller bis zum Anschlag nach rechts, erfordert ein Kurvenzug ***mindestens 2,5cm*** horizontaler Länge (Taste **X-MAGN. X5** ungedrückt; Messung bei **50µs/cm**).

Drückt man die Taste **X-MAGN. X5**, dann erscheint nur alle ***10cm*** (±5%) ein Kurvenzug (Zeit-Feinsteller auf **C**; Messung bei **50µs/cm**). Die Toleranz läßt sich aber leichter in Stellung **0.5ms/cm** erfassen (ein Kurvenzug pro cm).

Komponenten-Tester

Nach Druck auf die **Component-Tester**-Taste muß bei offener CT-Buchse sofort eine horizontale Strahllinie von ***ca. 8cm Länge (50Hz)*** bzw. ***7,4cm Länge (60Hz)*** erscheinen. Verbindet man die CT-Buchse mit einer der Masse-Buchsen, muß sich eine vertikale Linie von ***ca. 6cm Höhe*** zeigen. Die angegebenen Maße tolerieren etwas. Sie sind u. a. abhängig von der Netzspannung und Netzfrequenz (50 oder 60Hz).

Korrektur der Strahllage

Die Strahlröhre hat eine zulässige Winkelabweichung von ±5° zwischen der X-Ablenkplattenebene D1 D2 und der horizontalen Mittellinie des Innenrasters. Zur Korrektur dieser Abweichung und der von der Aufstellung des Gerätes abhängigen erdmagnetischen Einwirkung muß das mit **TR** bezeichnete Potentiometer (rechts neben dem Bildschirm) nachgestellt werden. Im allgemeinen ist der Strahldrehbereich asymmetrisch. Es sollte aber kontrolliert werden, ob sich die Strahllinie mit dem **TR**-Potentiometer etwas schräg ***nach beiden Seiten*** um die horizontale Rastermittellinie einstellen läßt. Beim HM203 mit geschlossenem Gehäuse genügt ein Drehwinkel von ±0,57° (1mm Höhenunterschied auf 10cm Strahllänge) zur Erdfeldkompensation.

Sonstiges

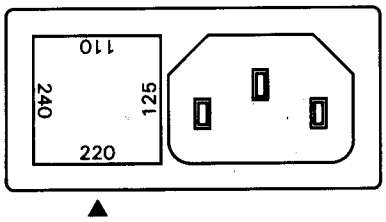
Steht ein kontinuierlich einstellbarer Netztrafo zur Verfügung, sollte unbedingt auch das ***Verhalten bei Netzspannungsänderungen*** überprüft werden. Innerhalb einer Schwankung von ±10% bezogen auf die am Spannungswähler (Rückwand) eingestellte Netzspannung dürfen sich im normalen Oszilloskop-Betrieb weder in Y- noch in X-Richtung auf dem Bildschirm irgendwelche Änderungen zeigen.

Allgemeines

Die folgenden Hinweise sollen dem Elektronik-Techniker helfen, am HM203-4 auftretende Abweichungen von den Solldaten zu korrigieren. Dabei werden an Hand des Testplanes erkannte Mängel besonders berücksichtigt. Ohne genügende Fachkenntnisse sollte man jedoch keine Eingriffe im Gerät vornehmen. Es ist dann besser, den schnell und preiswert arbeitenden HAMEG-Service in Anspruch zu nehmen. Er ist so nah wie Ihr Telefon. Unter der Direktwahl-Nummer 0611/679900 erhalten Sie auch technische Auskünfte. Wir empfehlen, Reparatureinsendungen an HAMEG nur im Originalkarton vorzunehmen. (Siehe auch ,,Garantie'', Seite M1.)

Netzspannungsumschaltung

Bei Lieferung ist das Gerät auf 220V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf eine andere Spannung erfolgt am Netzsicherungshalter (kombiniert mit 3pol. Kaltgerätestecker) an der Gehäuserückeite. Der Sicherungshalter mit seiner quadratischen Abdeckplatte kann nach Entfernung der Netzkabel-Steckdose mittels Werkzeug (z. B. kleiner Schraubenzieher) herausgezogen und nach Drehung um jeweils 90° für jede der 4 einstellbaren Netzspannungen wieder hineingesteckt werden. Dann muß das auf dem Rückdeckel des Gerätes befindliche erhabene Dreieck unter dem Sicherungshalter auf die gewählte Netzspannung zeigen. Diese ist also immer an der ***unteren*** Kante des Sicherungshalter ablesbar.



G-Sicherungseinsatz: Größe **5x20mm**, 250 V~, C; IEC 127, Bl. III; DIN 41662 (evtl. DIN 41571, Bl. 3). Abschaltung: **träge (T)**

Netzspannung	**Sich.-Nennstrom**
110 V~ ±10%:	**T 0,63 A**
125 V~ ±10%:	**T 0,63 A**
220 V~ ±10%:	**T 0,315 A**
240 V~ ±10%:	**T 0,315 A**

Die Netzsicherung muß immer der Netzspannung entsprechen und — wenn erforderlich — ausgetauscht werden. Es ist sicherzustellen, daß nur Sicherungen vom angegebenen Typ und der angegebenen Nennstromstärke als Ersatz verwendet werden. Die Verwendung geflickter Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig.

Öffnen des Gerätes

Löst man die zwei Schrauben am Gehäuse-Rückdeckel, kann dieser nach hinten abgezogen werden. Vorher ist die Netzkabel-Steckdose aus dem eingebauten Kaltgerätestecker herauszuziehen. Hält man den Gehäusemantel fest, läßt sich das Chassis mit Frontdeckel nach vorn hinausschieben. Beim späteren Schließen des Gerätes ist darauf zu achten, daß sich der Gehäusemantel an allen Seiten richtig unter den Rand des Frontdeckels schiebt. Das gleiche gilt auch für das Aufsetzen des Rückdeckels.

Warnung
Beim Öffnen oder Schließen des Gehäuses, bei einer Instandsetzung oder bei einem Austausch von Teilen muß das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt sein. Wenn danach eine Messung, eine Fehlersuche oder ein Abgleich am geöffneten Gerät unter Spannung unvermeidlich ist, so darf das nur durch eine Fachkraft geschehen, die mit den damit verbundenen Gefahren vertraut ist.

Bei Eingriffen in den HM203 ist zu beachten, daß die Betriebsspannung der Bildröhre ca. 2000V und die der Endstufen zusammen etwa 260V beträgt. Potentiale dieser Spannungen befinden sich an der Röhrenfassung sowie auf der oberen, der unteren und der direkt neben dem Röhrenhals befindlichen seitlichen Leiterplatte. Solche Potentiale sind ferner an der Check-Leiste auf der oberen Leiterplatte vorhanden. Sie sind lebensgefährlich. Daher ist größte Vorsicht geboten. Ferner wird darauf hingewiesen, daß Kurzschlüsse an verschiedenen Stellen des Bildröhren-Hochspannungskreises den gleichzeitigen Defekt diverser Halbleiter und des Optokopplers bewirken. Aus dem gleichen Grund ist das Zuschalten von Kondensatoren an diesen Stellen bei eingeschaltetem Gerät sehr gefährlich.

Kondensatoren im Gerät können noch geladen sein, selbst wenn das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt wurde. Normalerweise sind die Kondensatoren 6 Sekunden nach dem Abschalten entladen. Da aber bei defektem Gerät eine Belastungsunterbrechung nicht auszuschließen ist, sollten nach dem Abschalten der Reihe nach alle 10 Anschlüsse der Check-Leiste oben auf der Haupt-Leiterplatte 1 Sekunde lang über 1kΩ mit Masse (Chassis) verbunden werden.

Größte Vorsicht ist beim Umgang mit der Stahlröhre geboten. Der Glaskolben darf unter keinen Umständen mit gehärteten Werkzeugen berührt oder örtlich überhitzt (Lötkolben!) oder unterkühlt (Kältespray!) werden. Wir empfehlen das Tragen einer Schutzbrille (Implosionsgefahr).

Betriebsspannungen

Außer den beiden Wechselspannungen für Bildröhrenheizung (6,3V) und Komponenten-Tester bzw. Netztriggerung (12V) werden im HM203 neun Betriebsgleichspannungen erzeugt. Sie sind alle elektronisch stabilisiert (+24V, 2x +12V, +5V, −12V, +140V, +260V, −1900V und 22V für die Helltast-Schaltung). Bis auf die +140V (Y-Endstufe) und die Hochspannung sind die anderen Betriebsspannungen nicht einstellbar. Im Falle einer größeren Abweichung als ±5% vom Sollwert muß ein Defekt vorliegen. Für die Korrektur der beiden einstellbaren Spannungen befinden sich im Gerät zwei Potentiometer 2,5kΩ und 5kΩ. Mit diesen werden, gemessen an der Check-Leiste, genau +140V bzw. −1900V gegen Masse eingestellt (siehe Abgleichplan). Für die Messung der Hochspannung und der 22V-Helltastversorgung (als Differenz zweier Spannungsmessungen gegen Masse) darf nur ein genügend hochohmiges Voltmeter (>10MΩ) verwendet werden. Auf dessen ausreichende Spannungsfestigkeit ist unbedingt zu achten. In Verbindung mit einer Kontrolle der Betriebsspannungen ist es empfehlenswert, auch deren Brumm-bzw. Störspannungen zu überprüfen. Zu hohe Werte können oftmals die Ursache für sonst unerklärliche Fehler sein. Die Maximalwerte sind in den Schaltbildern angegeben.

Maximale und minimale Helligkeit

Für die Einstellung befinden sich auf der oberen Leiterplatte zwei 500kΩ-Potentiometer (siehe Abgleichplan). Sie dürfen nur mit einem gut isolierten Schraubenzieher betätigt werden (Vorsicht Hochspannung). Beide Trimmer sind voneinander abhängig. Daher müssen die Einstellungen eventuell mehrmals wiederholt werden. Nach dem Abgleich ist zu kontrollieren, ob der Strahl auch bei gedrückter **HOR. EXT.**-Taste verdunkelt werden kann. Richtig eingestellt, müssen die im Testplan beschriebenen Forderungen erfüllt sein.

Astigmatismus

Auf der unteren Leiterplatte befindet sich ein 50kΩ-Trimmer, mit dem der Astigmatismus bzw. das Verhältnis zwischen vertikaler und horizontaler Schärfe korrigiert werden kann (siehe Abgleichplan). Die richtige Einstellung ist auch abhängig von der Y-Plattenspannung (ca. +85V). Man sollte diese daher vorsichtshalber vorher kontrollieren. Unter Beachtung der Testplan-Hinweise muß während des Abgleichs (bei mittlerer Strahlhelligkeit) der **FOCUS**-Einsteller ständig hin und her gedreht werden, bis sich die Punktform rechts und links vom Fokuspunkt nicht mehr verändert. Dabei ist zu beachten, daß sich Fokuseinstellung und Astigmatismuskorrektur gegenseitig beeinflussen. Die letzte Einstellung muß immer am **FOCUS**-Einsteller erfolgen. Nach der Korrektur sollte möglichst entsprechend den Hinweisen im Testplan nochmals eine Rechteck-Kontrolle vorgenommen werden.

Triggerempfindlichkeit

Die interne Triggerschwelle sollte bei 3 bis 5mm Bildhöhe liegen. Sie hängt stark vom Komparator-IC 710CN ab. Falls aus zwingenden Gründen dieser Komparator ausgewechselt werden muß, kann es toleranzbedingt vorkommen, daß die Triggerung zu empfindlich oder zu unempfindlich ist (siehe Testplan: „Kontrolle Triggerung", T3). Dann sollte die Triggerschwelle an dem im Abgleichplan mit „Trig. threshold" bezeichneten Potentiometer 2,5kΩ korrigiert werden. Eine zu empfindliche Triggerung führt zu Schwierigkeiten (Doppelschreiben, vorzeitige Auslösung durch Störimpulse und Rauschen). Eine zu unempfindliche Triggerung verhindert die Darstellung sehr kleiner Signalhöhen.

Fehlersuche im Gerät

Im allgemeinen benötigt man hierfür mindestens einen kontinuierlich einstellbaren Netz-Trenntrafo (Schutzklasse II), einen Signalgenerator, ein ausreichend genaues Multimeter und, wenn möglich, ein zweites Oszilloskop. Letzteres ist notwendig, wenn bei schwierigen Fehlern eine Signalverfolgung oder eine Störspannungskontrolle erforderlich wird. Wie bereits erwähnt, ist die stabilisierte Hochspannung (ca. 2000V) sowie die Versorgungsspannung für die Endstufen (ca. 260V) lebensgefährlich. Bei Eingriffen in das Gerät ist es daher ratsam, **mit längeren vollisolierten Tastspitzen** zu arbeiten. Ein zufälliges Berühren kritischer Spannungspotentiale ist dann so gut wie ausgeschlossen.

Selbstverständlich können in dieser Anleitung nicht alle möglichen Fehler eingehend erörtert werden. Etwas Kombinationsgabe ist bei schwierigen Fehlern schon erforderlich.

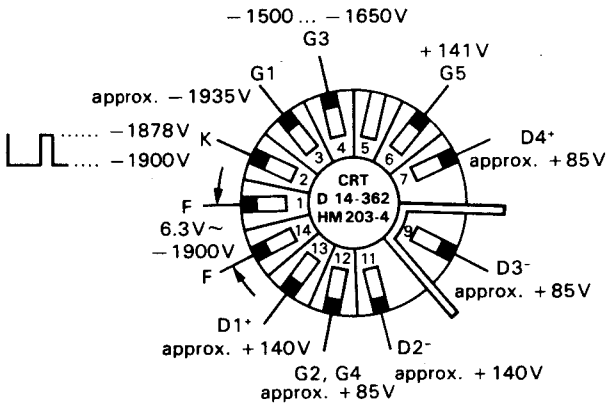
Wenn ein Fehler vermutet wird, sollte das Gerät nach dem Öffnen des Gehäuses zuerst gründlich visuell überprüft werden, insbesondere nach losen bzw. schlecht kontaktierten oder durch Überhitzung verfärbten Teilen. Ferner sollten alle Verbindungsleitungen im Gerät zwischen den Leiterplatten, zum Netztransformator, zu Frontchassisteilen, zur Röhrenfassung und zur Trace-Rotation-Spule innerhalb der Röhrenabschirmung inspiziert werden. Ferner sind die Lötanschlüsse der Transistoren und Festspannungsregler am unteren Rand des Rückchassis zu kontrollieren. Diese visuelle Inspektion

kann unter Umständen viel schneller zum Erfolg führen als eine systematische Fehlersuche mit Meßgeräten.

Die erste und wichtigste Maßnahme bei einem völligen Versagen des Gerätes ist — abgesehen von der Netzspannungs- und Sicherungskontrolle — das Messen der Plattenspannungen an der Bildröhre. In 90% aller Fälle kann dabei festgestellt werden, welches Hauptteil fehlerhaft ist. Als Hauptteile sind anzusehen:

1. Y-Ablenkeinrichtung
2. X-Ablenkeinrichtung
3. Bildröhrenkreis
4. Stromversorgung

Während der Messung müssen die **POS.**-Einsteller der beiden Ablenkeinrichtungen möglichst genau ***in der Mitte ihres Stellbereiches*** stehen. Bei funktionstüchtigen Ablenkeinrichtungen sind die Einzelspannungen jedes Plattenpaares dann recht genau gleich groß (Y ca. +85V und X ca. +103V). Sind die Einzelspannungen eines Plattenpaares stark unterschiedlich, muß in dem zugehörigen Ablenkteil ein Fehler vorliegen. Wird trotz richtig gemessener Plattenspannungen kein Strahl sichtbar, sollte man den Fehler im Bildröhrenkreis suchen. Fehlen die Ablenkplattenspannungen überhaupt, ist dafür wahrscheinlich die Stromversorgung verantwortlich.



Spannungen an der Strahlröhrenfassung

Austausch von Bauteilen

Beim Austausch von Bauteilen dürfen nur Teile gleichen oder gleichwertigen Typs eingebaut werden. Widerstände ohne besondere Angabe in den Schaltbildern haben eine Belastbarkeit von 0,25W und eine Toleranz von 2%. Widerstände im Hochspannungskreis müssen entsprechend spannungsfest sein. Kondensatoren ohne Spannungsangabe müssen für eine Betriebsspannung von 63V geeignet sein. Die Kapazitätstoleranz sollte 20% nicht überschreiten. Viele Halbleiter sind selektiert. Dies trifft insbesondere für alle Gate-Dioden 1N4154 und alle im Gegentakt geschalteten Verstärker-Transistoren (einschließlich der FETs) zu. Fällt ein selektierter Halbleiter aus, sollten gleich alle Gate-Dioden bzw. beide Gegentakt-Transistoren einer Stufe durch selektierte ersetzt werden, weil sich sonst Abweichungen der spezifizierten Daten oder Funktionen ergeben können. Der HAMEG-Service berät Sie gern und beschafft selektierte oder Spezialteile, die nicht ohne weiteres im Handel erhältlich sind (z. B. Bildröhre, Netztrafo, Potentiometer, Drosseln usw.).

Auswechselung des Netztransformators

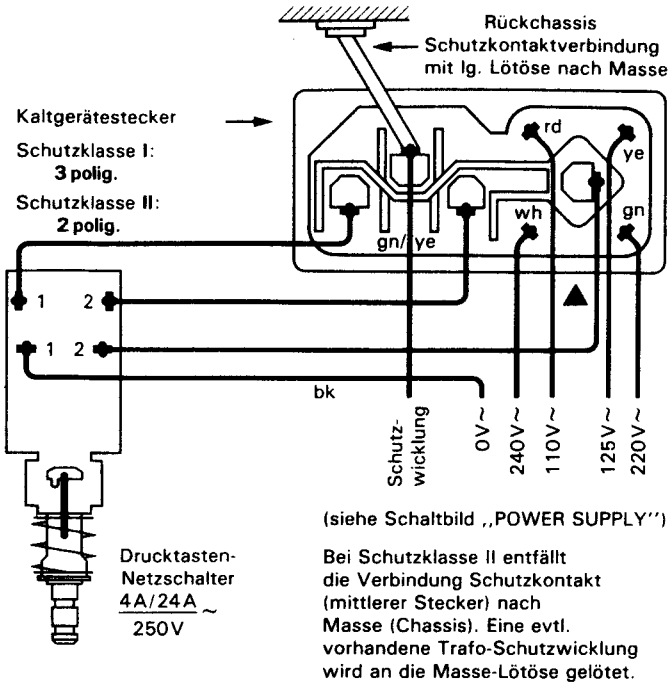
Sollte es einmal notwendig sein, den Netztrafo auszutauschen, ist nicht nur auf die richtige Anschlußfolge (Farbkennzeichnung) für Primär- und Sekundärwicklungen zu achten (siehe Netztrafo-Schaltplan). Es sind auch die einschlägigen Sicherheitsbestimmungen (VDE 0100, VDE 0411) einzuhalten. Wir verweisen hier nur auf die folgenden, die sich insbesondere auf die Primärseite beziehen:

— Das Gerät muß so gebaut sein, daß ein Überbrücken der Isolierung zwischen Teilen und Stromkreisen, die mit dem Versorgungsnetz verbunden sind, und den berührbaren Metallteilen durch zufälliges Lösen von Leitungen, Schrauben usw. verhindert ist.

— Die Verdrahtungsfestigkeit darf nicht nur auf Lötverbindungen beruhen. Diese Anforderung ist erfüllt, wenn die Drahtenden der Primärwicklung (und der Draht zwischen Netzschalter und Kaltgerätestecker) durch eine Lötöse geführt, danach umgebogen (mit Zange) und dann erst verlötet werden.

— Schutzleiteranschluß: Verbindungsquerschnitt zwischen Kaltgerätestecker und Rückchassis mindestens 0,75mm². Rückchassis-Lötöse gegen Verdrehung und Lösen gesichert (z. B. mit Fächerscheibe).

Nach dem Netztrafo-Austausch müssen Drahtabschnitte, Lötzinnreste und andere Fremdkörper aus dem offenen Gerät und vor allem aus dem offenen Isoliergehäuse des Kaltgerätesteckers durch Schütteln, Pinseln und Ausblasen entfernt werden. Danach wird der Schiebedeckel des Isoliergehäuses eingeschoben. Vor dem Anschluß an das Netz sollte der Isolationszustand zwischen den einzelnen Netzpolen des Kaltgerätesteckers und dem Chassis (=Schutzleiteranschluß) geprüft werden. Dazu muß eine evtl. defekte Sicherung ausgetauscht und die Netztaste eingedrückt sein. Erst nach beendeter Isolationsprüfung darf eine Funktionskontrolle mit Netzspannung unter den notwendigen Vorsichtsmaßnahmen am offenen Chassis erfolgen.



Rückansicht Netzschalter und Kaltgerätestecker mit Sicherung-Spannungswähler

Abgleich

Gemäß vielen Hinweisen in der Bedienungsanleitung, in den Schaltplänen, im Testplan und auf dem ***Abgleich-plan*** lassen sich kleine Korrekturen und Abgleicharbeiten zwar ohne weiteres durchführen; es ist aber nicht gerade einfach, einen vollständigen Neuabgleich des Oszilloskops selbst vorzunehmen. Hierzu sind Sachverstand, Erfahrung, Einhaltung einer bestimmten Reihenfolge und mehrere Präzisionsmeßgeräte mit Kabeln und Adaptern erforderlich. Deshalb sollten Potentiometer und Trimmer im Inneren des Gerätes nur dann verstellt werden, wenn die dadurch verursachte Änderung an der richtigen Stelle genau gemessen bzw. beurteilt werden kann, nämlich in der passenden Betriebsart, mit optimaler Schalter- und Potentiometer-Einstellung, mit oder ohne Sinus- oder Rechtecksignal entsprechender Frequenz, Amplitude, Anstiegszeit und Tastverhältnis.

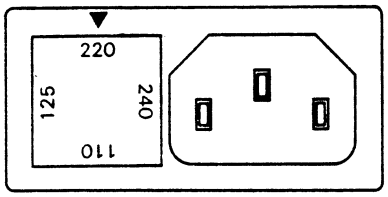
derungsmitteilung HM 203-4

n. 1984

zspannungsumschaltung

gl. Seite M2 und S1)

eingestellte Netzspannung ist jetzt ***unter*** Dreieck abzulesen. Dieses befindet sich an der oberen Kante des Sicherungshal- (sh. Skizze).



e S3, S4

Anschlußbelegung des Kaltgerätesteckers wurde geän- . Die neue Anschlußfolge ist aus untenstehender Skizze er- tlich. Dies ist besonders wichtig bei einem evtl. ***Austausch Netztrafos.***

Modification HM 203-4

Jan. 1984

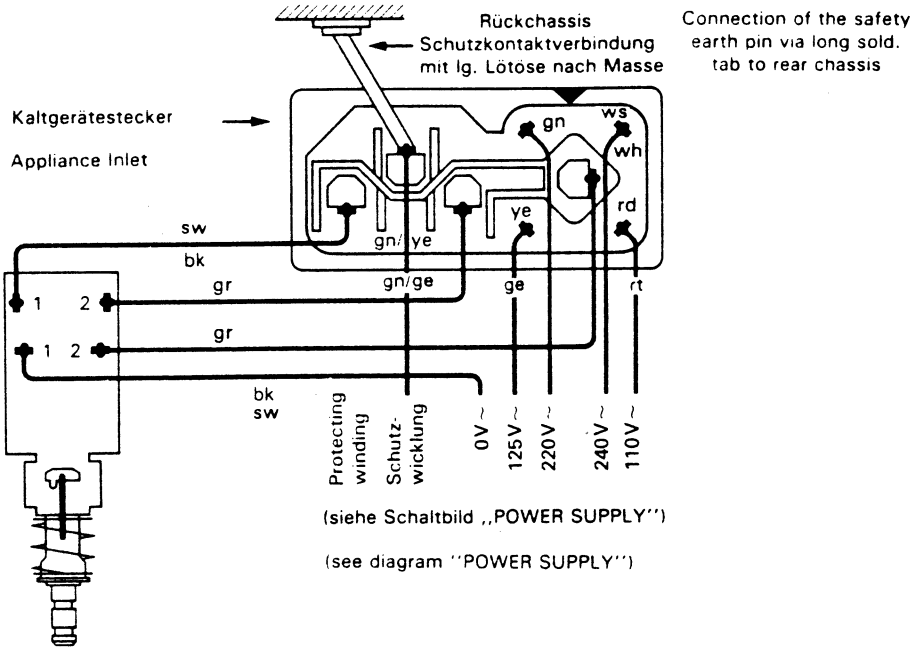
Mains/Line Voltage change

(refer to page M2, M3 and S1)

The set value is now readable ***below*** the triangle, which has been relocated on the upper edge of the fuse holder (see figure).

Page S3, S4

As a result of modifying the appliance inlet there is now a new terminal sequence, which can be referred to in the figure below. This is very important when ***replacing*** the ***mains/line transformer***.

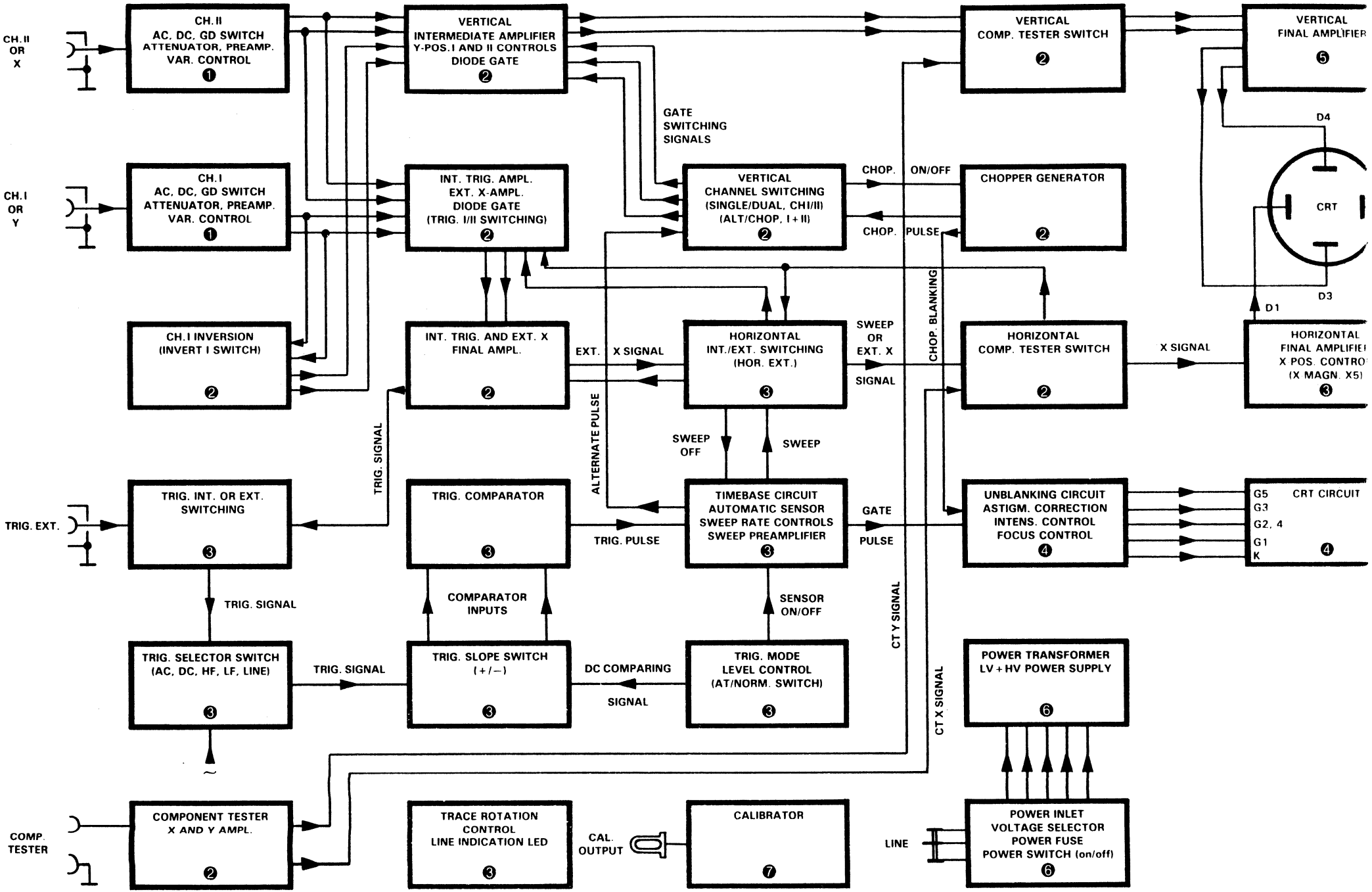


Rückansicht Netzschalter und Kaltgerätestecker mit Sicherung-Spannungswähler

Rear View of Power Switch and Appliance Inlet with Voltage Selector and Fuse

BASIC BLOCK DIAGRAM OF THE HM 203-4a

The number in the block indicates the relevant circuit diagram.


CH.II OR X
CH.II AC, DC, GD SWITCH ATTENUATOR, PREAMP. VAR. CONTROL 1
VERTICAL INTERMEDIATE AMPLIFIER Y-POS.I AND II CONTROLS DIODE GATE 2
VERTICAL COMP. TESTER SWITCH 2
VERTICAL FINAL AMPLIFIER 5
GATE SWITCHING SIGNALS
D4
CRT
D3
D1
CH.I OR Y
CH.I AC, DC, GD SWITCH ATTENUATOR, PREAMP. VAR. CONTROL 1
INT. TRIG. AMPL. EXT. X-AMPL. DIODE GATE (TRIG. I/II SWITCHING) 2
VERTICAL CHANNEL SWITCHING (SINGLE/DUAL, CHI/II) (ALT/CHOP, I+II) 2
CHOP. ON/OFF
CHOP. PULSE
CHOPPER GENERATOR 2
CHOP. BLANKING
CH.I INVERSION (INVERT I SWITCH) 2
INT. TRIG. AND EXT. X FINAL AMPL. 2
EXT. X SIGNAL
HORIZONTAL INT./EXT. SWITCHING (HOR. EXT.) 3
SWEEP OR EXT. X SIGNAL
HORIZONTAL COMP. TESTER SWITCH 2
X SIGNAL
HORIZONTAL FINAL AMPLIFIER X POS. CONTROL (X MAGN. X5) 3
TRIG. SIGNAL
ALTERNATE PULSE
SWEEP OFF
SWEEP
TRIG. EXT.
TRIG. INT. OR EXT. SWITCHING 3
TRIG. COMPARATOR 3
TRIG. PULSE
TIMEBASE CIRCUIT AUTOMATIC SENSOR SWEEP RATE CONTROLS SWEEP PREAMPLIFIER 3
GATE PULSE
UNBLANKING CIRCUIT ASTIGM. CORRECTION INTENS. CONTROL FOCUS CONTROL 4
G5 G3 G2, 4 G1 K CRT CIRCUIT 4
TRIG. SIGNAL
COMPARATOR INPUTS
SENSOR ON/OFF
CT Y SIGNAL
TRIG. SELECTOR SWITCH (AC, DC, HF, LF, LINE) 3
TRIG. SIGNAL
TRIG. SLOPE SWITCH (+/−) 3
DC COMPARING SIGNAL
TRIG. MODE LEVEL CONTROL (AT/NORM. SWITCH) 3
CT X SIGNAL
POWER TRANSFORMER LV+HV POWER SUPPLY 6
COMP. TESTER
COMPONENT TESTER X AND Y AMPL. 2
TRACE ROTATION CONTROL LINE INDICATION LED 3
CAL. OUTPUT
CALIBRATOR 7
LINE
POWER INLET VOLTAGE SELECTOR POWER FUSE POWER SWITCH (on/off) 6

INDENTIFICATION OF ELECTRICAL COMPONENTS HM 203-4a

Electrical components on certain parts of the HM 203-4 are marked such that the first numeral is on:

Chassis **0..**
Y-Inputs, Trig. ext. input, Component tester connector, Eyelet (Calibrator), Trace rotation coil, LED, Appliance inlet, Power switch, Power transformer

EY-Board I + II **1..**
Attenuator and preamplifier Ch.I + II

XY-Board **2..**
Y-Intermediate amplifier Ch.I + II, Channel selection flip-flop, Y-Gate driver stages, Chopper generator, Trig. and ext. X-Signal amplifier, Trig. gate driver stages, Component tester, X-Final amplifier, LV-Power, Calibrator

Trigger Board (T-Board) **3..**
Trigger circuit, Timebase circuit, Trigger signal final amplifier, Unblanking circuit, HV-Power, LV-Power 12VT, Check point strip

Z-Board **5..**
Y-Final amplifier

CRT-Board **6..**
CRT

TS-Board **7..**
Trigger selector

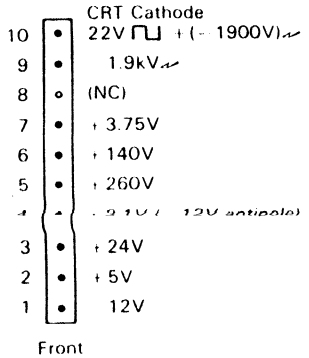
Abbreviations

AI...	Appliance inlet
BR...	Bridge rectifier (Silicium)
C...	Capacitor (fixed)
ChP...	Check point
CN...	Connector
CRT...	Cathode-ray tube
D...	Diode (Silicium)
E...	Eyelet (Calibrator)
F...	Fuse
IC...	Integrated Circuit
L...	Inductor, Coil
LED...	Light emitting diode
P...	Plug
R...	Resistor (fixed)
S...	Switch
T...	Transistor (Silicium)
TR...	Transformer
VC...	Variable capacitor
VR...	Variable resistor
W...	Wire
Z...	Z-Diode

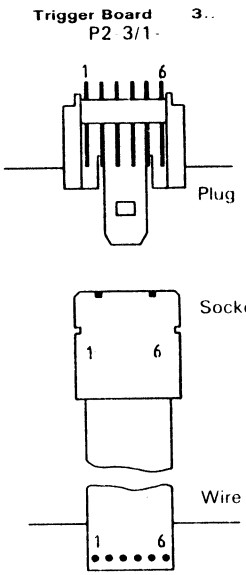
Resistor Identification

- Resistor 0.25W 2% (carbon film)
- Resistor 0.25W 1% tc = 50·10⁻⁶/K (metal film)
- Resistor 0.25W 0.5% tc = 50·10⁻⁶/K (metal film)
- Resistor 0.5W 2% (or for HV) (carbon film)
- Resistor 4W 2% tc = 400·10⁻⁶/K (metal oxide film)

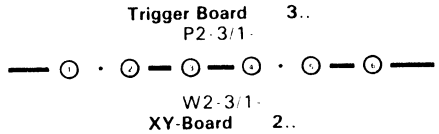
Check strip
on Trigger Board



Meaning of Connection Abbreviations

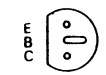
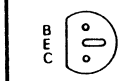
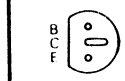
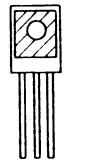
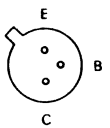
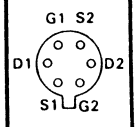
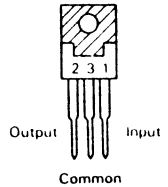
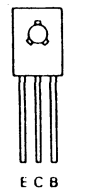
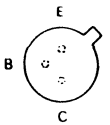
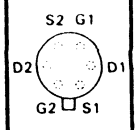
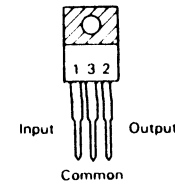


Example: P2-3/1-5 or W2-3/1-5 respectively.
P = Flat cable plug (soldered on board).
W = Flat cable wiring (directly soldered on board) with socket (movable).
2-3 = Connection between Board 2 (XY-Board) and Board 3 (Trigger-Board).
1 = First flat cable connection between Board 2 and 3.
5 = Serial number of the wire (in the flat cable).
(5) = Serial number of the wire (in the diagram).

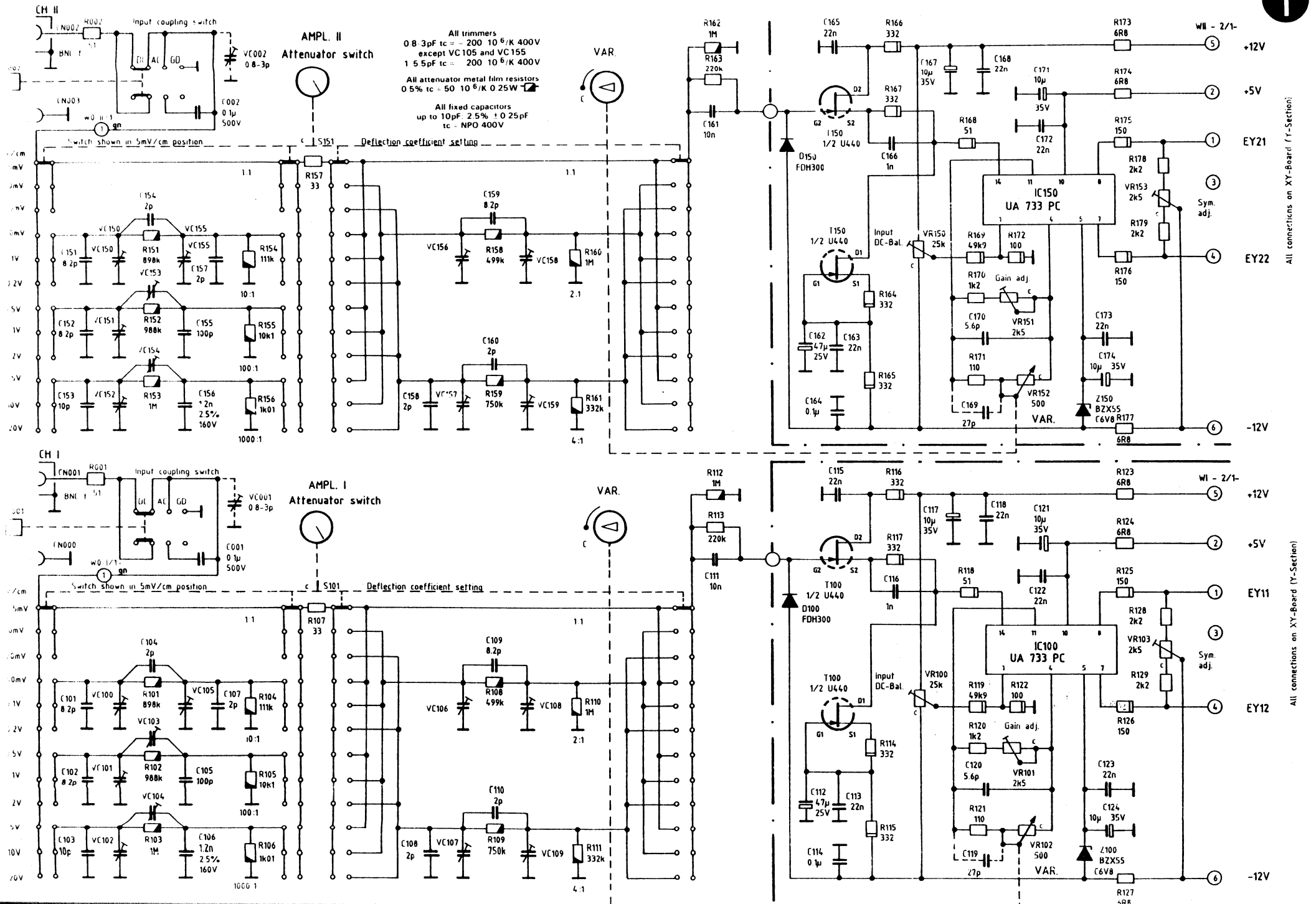


Color-Abbreviations for insulated wire

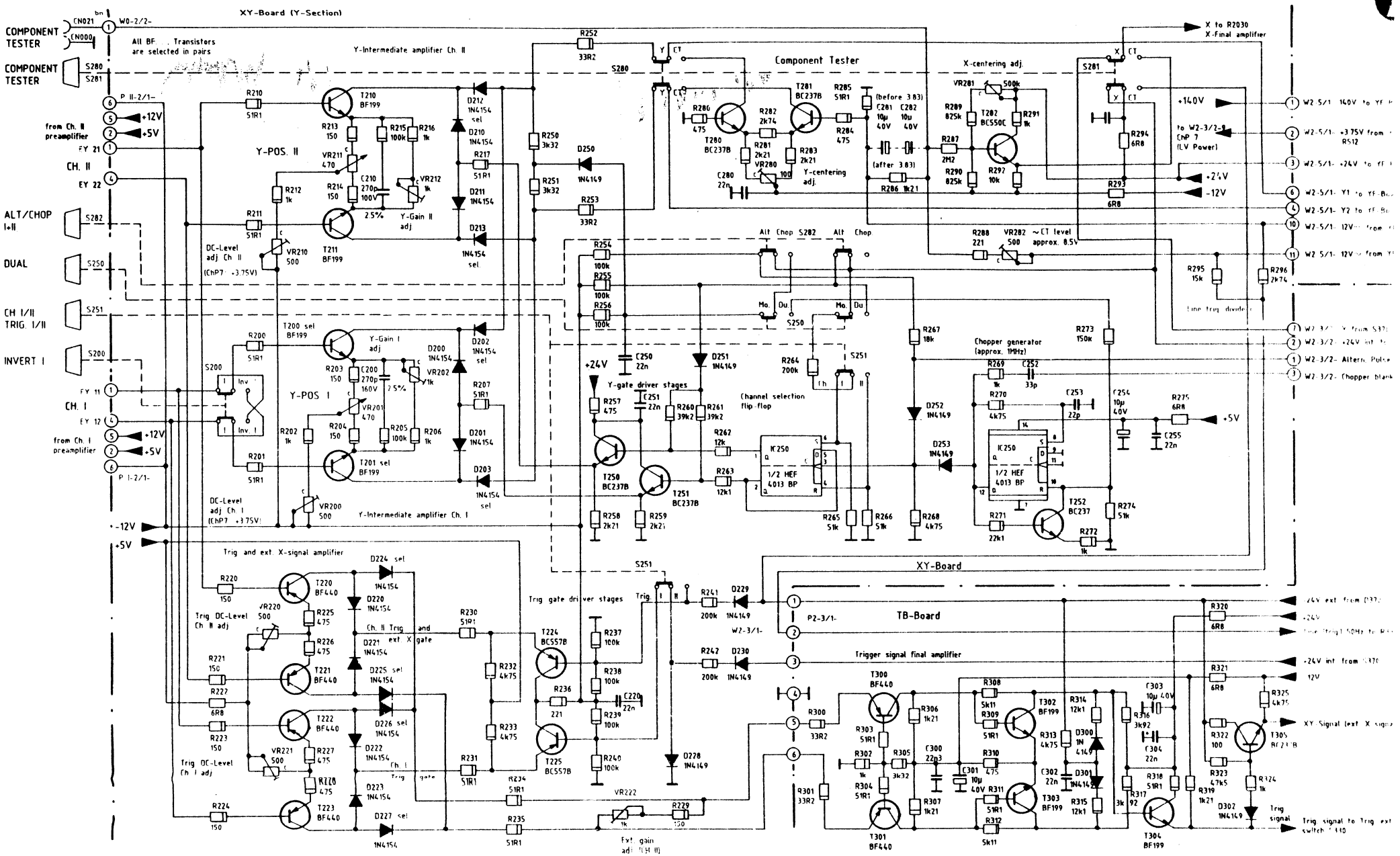
bk = black	ye = yellow	gr = grey
bn = brown	gn = green	wh = white
rd = red	bl = blue	trp = transparent
or = orange	vi = violet	gn/ye = green/yellow stripe

Types and Terminals of Transistors and some ICs	BC237B BC550C BC557B BF297	BF199 BF440	BF422 BF423	BF458 BF459 BUX86/87 BD232	BSX19	U440	78XXCU **The – 12V Regulator requires an insulation for package and screw to the chassis.**
Bottom View							
Top View							

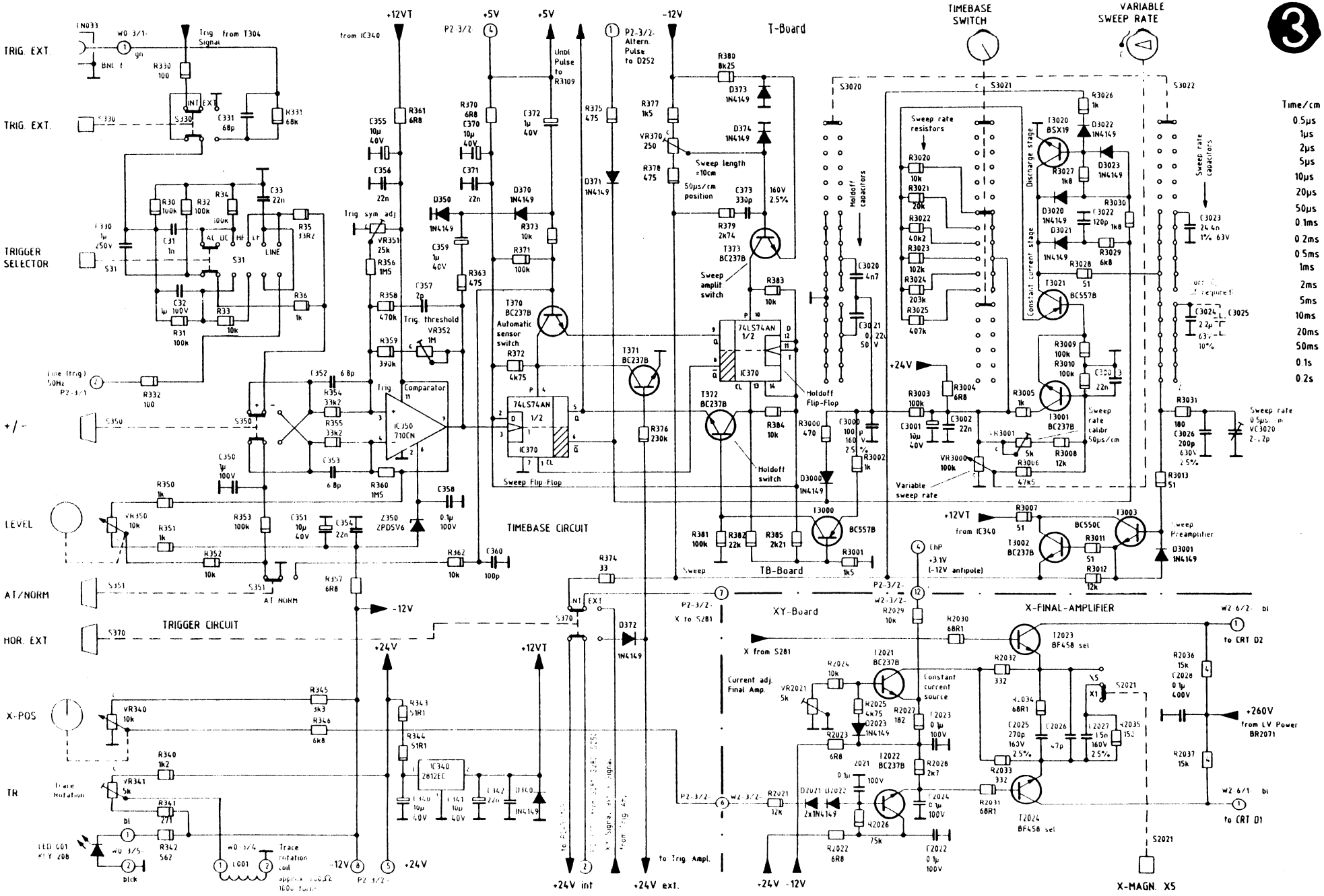
Y-INPUT AND ATTENUATOR CH.I AND CH.II HM 203-4a



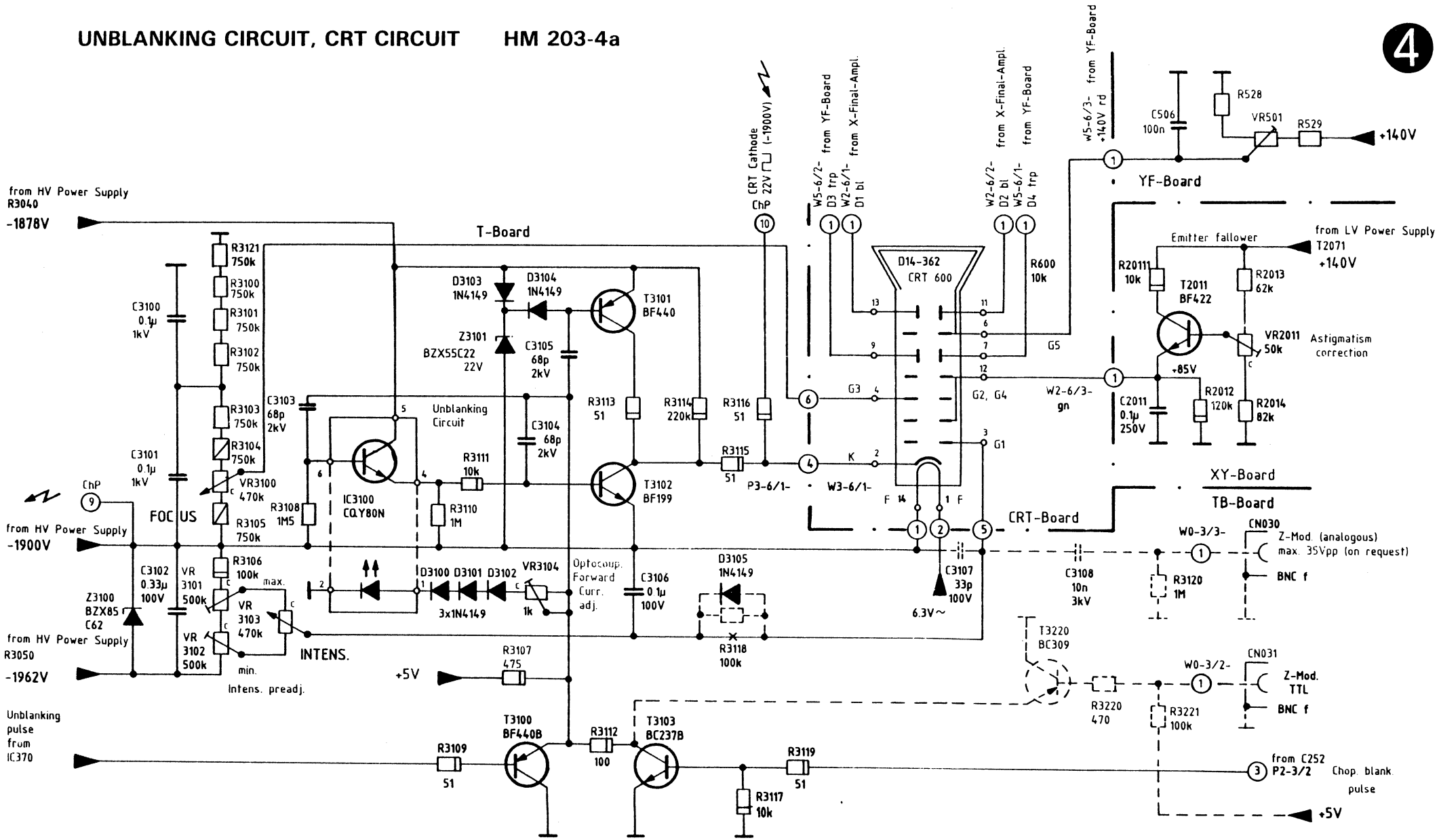
Y-INTERMEDIATE AMPL. CH.I+II, CHANNEL FLIP-FLOP, CHOPPER GENERATOR, GATES, TRIG. AND X-SIGNAL AMPL., TRIG. SIGNAL FINAL AMPL., COMPONENT TESTER HM 203-4a



TRIGGER CIRCUIT, TIMEBASE CIRCUIT, X-FINAL AMPLIFIER, LV-POWER 12VT, TRACE ROTATION HM 203-4a

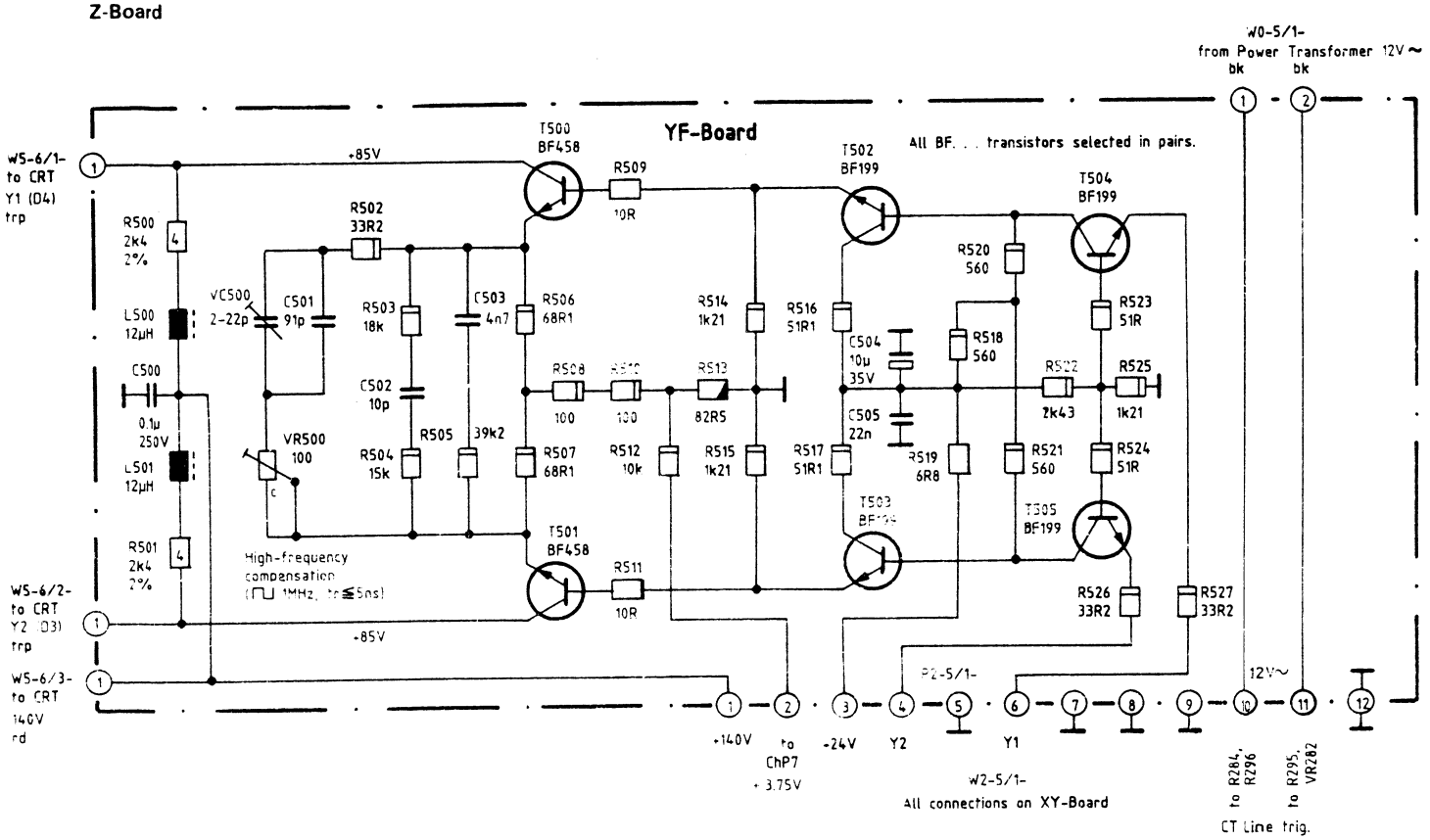


UNBLANKING CIRCUIT, CRT CIRCUIT HM 203-4a

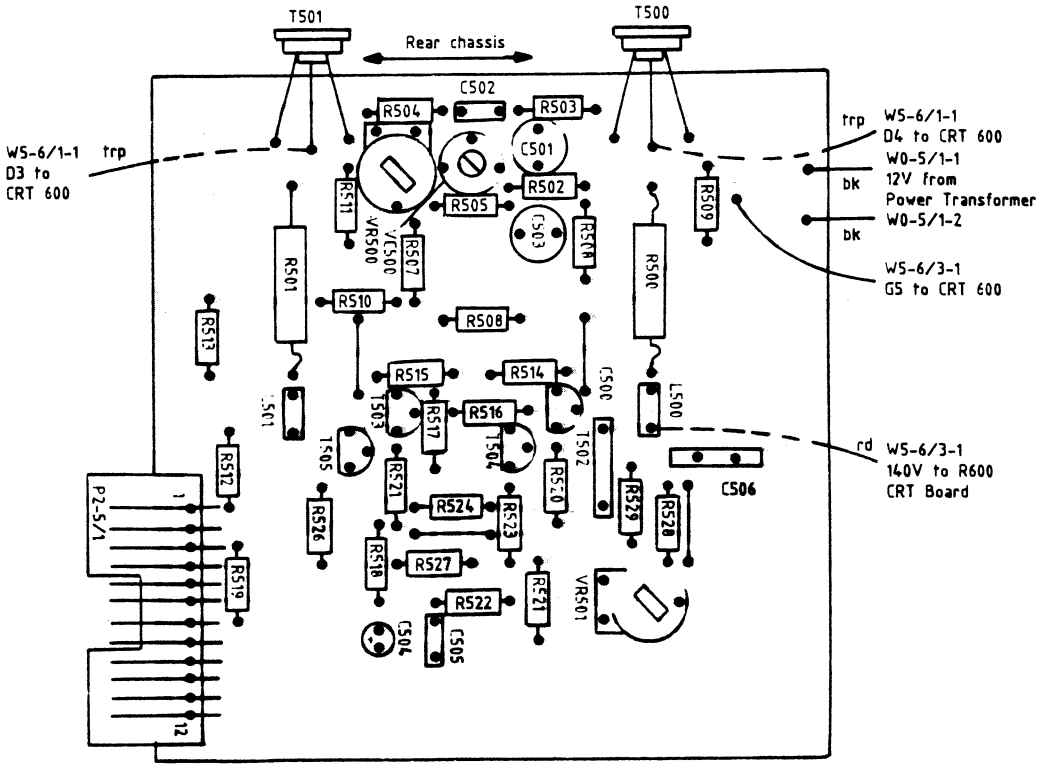


Y-FINAL AMPLIFIER HM 203-4a

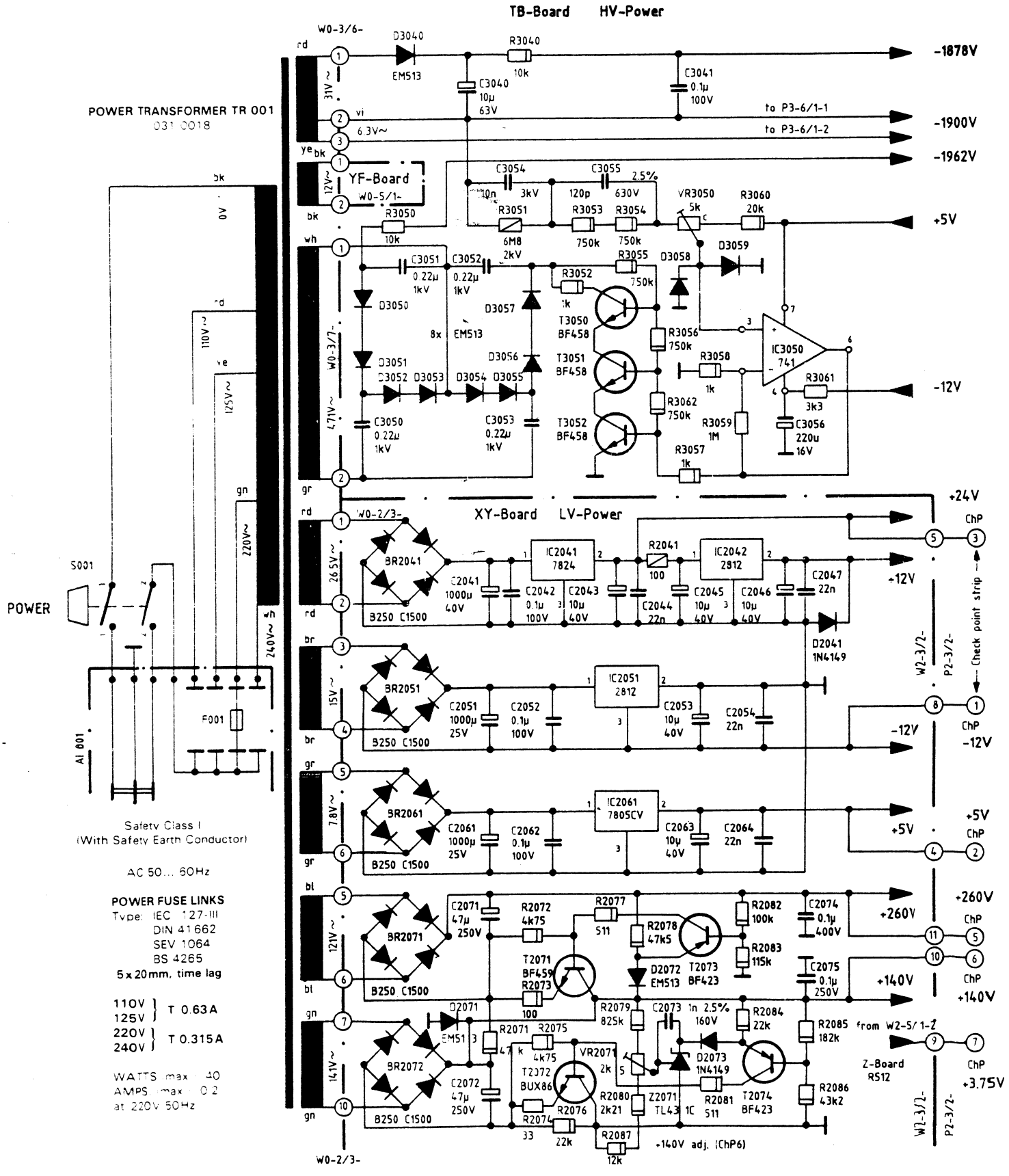
Z-Board



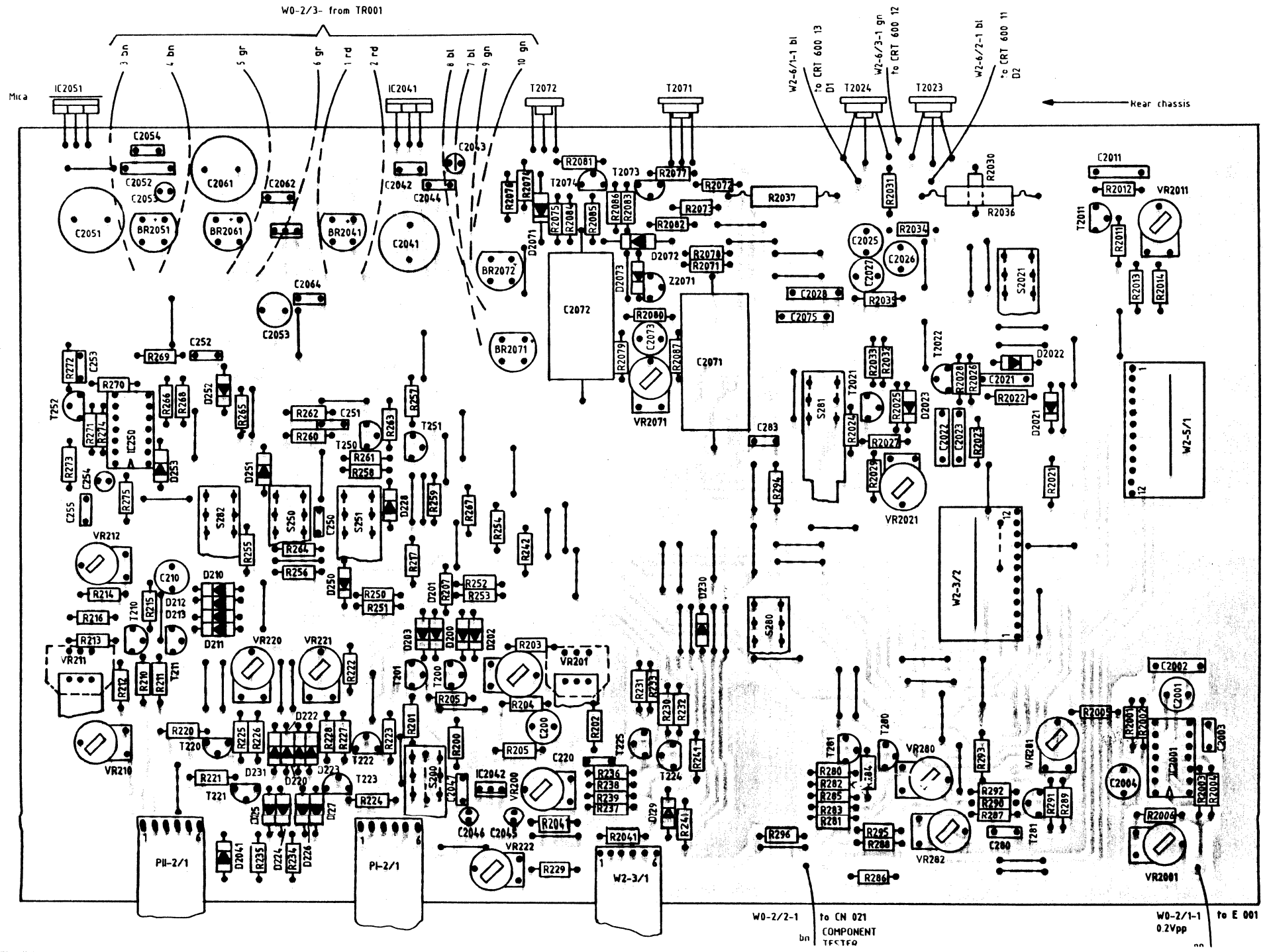
COMPONENT LOCATIONS Z-BOARD



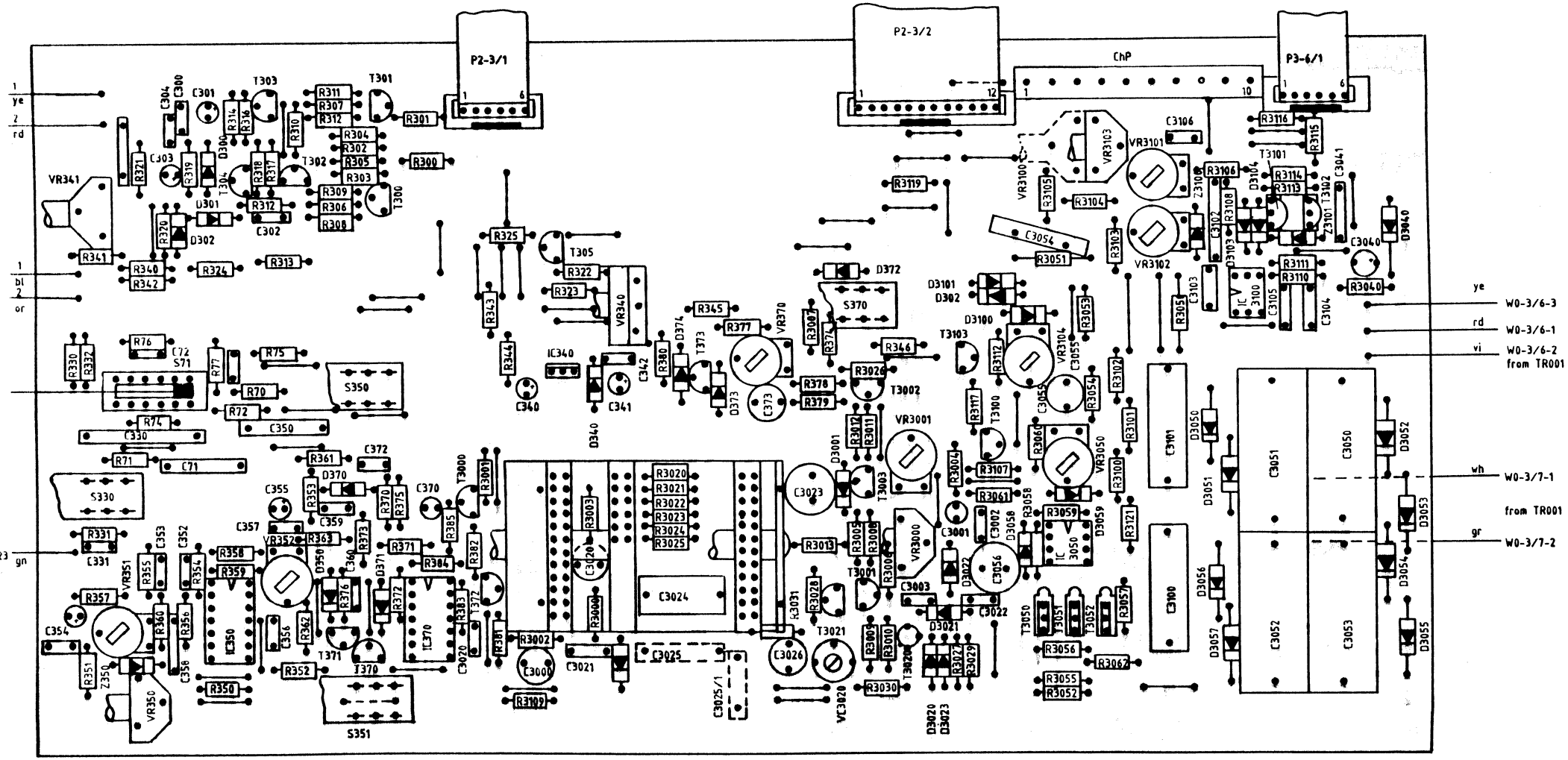
LV + HV POWER SUPPLY HM 203-4a



COMPONENT LOCATIONS XY-BOARD HM 203-4a

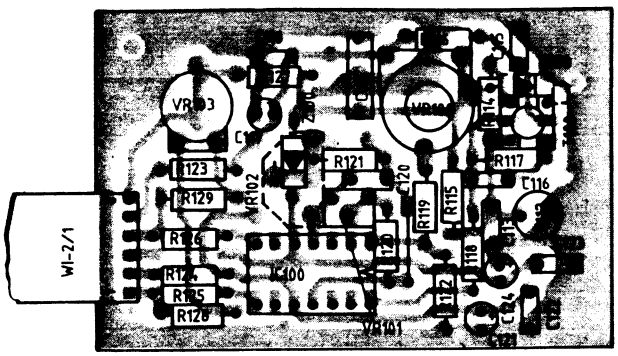


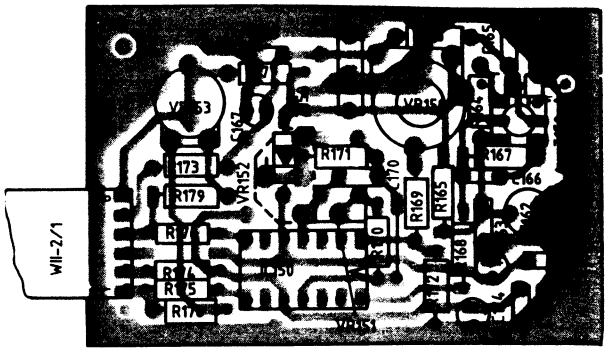
COMPONENT LOCATIONS T-BOARD HM 203-4a



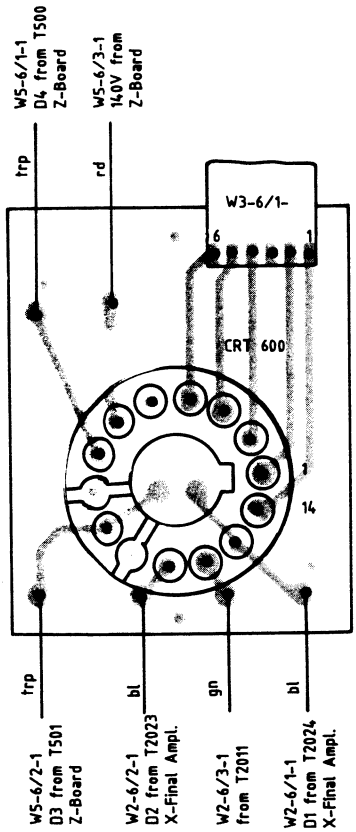
COMPONENT LOCATIONS, CALIBRATOR HM 203-4a

Preamplifier CH.I



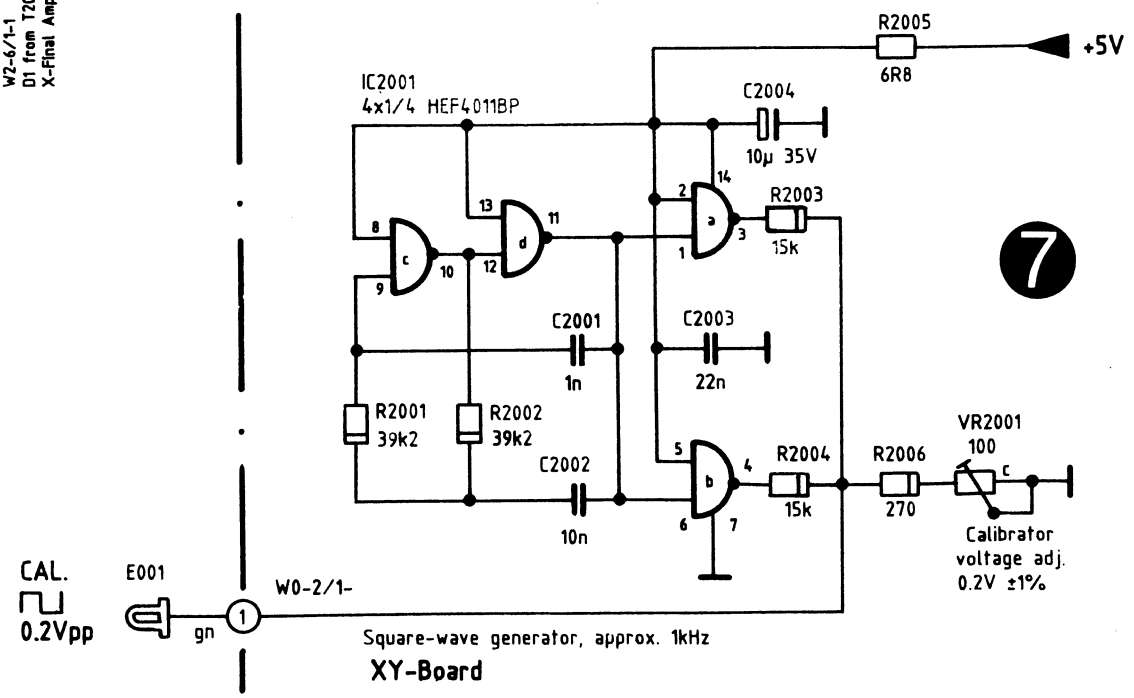


CRT-Board



CRT-Board
wiring side

Calibrator



7

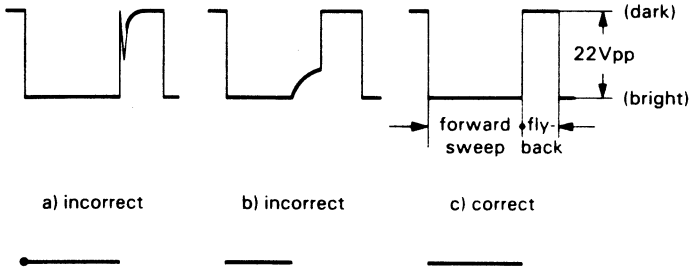
ADJUSTING ADVICES HM 203-4a

(see Adjusting Plan on page A1)

Check of the Unblanking Pulse on ChP 10
Pulse amplitude 22Vpp ±5% added with −1900V (**Caution!**).
Check with ***test oscilloscope*** by means of a ***10X probe with 10nF 2kV capacitor between ChP 10 and probe input tip.***
HM203-4 settings: Input coupling to **GD** (no input signal), **50µs/cm**, int. **Auto** triggering (free running).
Test scope settings: 1V/cm (DC), 0.1ms/cm, internal automatic triggering.
Display on test scope:
Negative pulse tops exactly horizontal (forward sweep = bright trace on HM203-4).
Positive pulse tops approx. horizontal (fly back = blanked trace).

Readjustment of VR3104
Adjust the forward current of the optocoupler diode in the middle of the following points:
a) bright spot on left side of the trace (screen of the HM203-4),
b) shortening on right side of the trace (screen of the HM203-4).
Between these two points is a wide range (needed for int. temperature variation). With correct adjustment, the edges of the square-wave should not be visible on the test scope.
Then change both **TIMEBASE** settings to **0.5µs/cm** (HM203-4) and ***1µs/cm*** (test scope).
Now steep square-wave edges must be visible on the test scope screen.

Unblanking pulse on ChP10 (triggering: free run), seen on test oscilloscope.



Sequence for important adjustments
Balance CH. I: Adj. **VR100** (see page M3).
Adj. **VR103** using **INVERT I** button (see page T1).
Balance CH. II: Adj. **VR150** (see page M3).
Adj. **VR153** using **Y-POS. II** control (see page T1).

Gain CH. II: Normally, **VR151** is adj. If not, 20mVpp 1kHz sq.-wv. to **CH. II** input, **DC**, depress **CH. I/II** button. Check preamp. output on EY21 (PII-2/1-1) with test scope via 10X probe. Adj. **VR151** for approx. 360mVpp on EY21. Then adj. **VR212** for a display of 4cm on HM203-4 screen.

X gain (CH. II): Set **AC** input coupling, release all buttons in the Y-section, depress **HOR. EXT.** button with same input signal. Two points are visible in the horizontal axis. Adj. **VR222** for 4cm spacing.

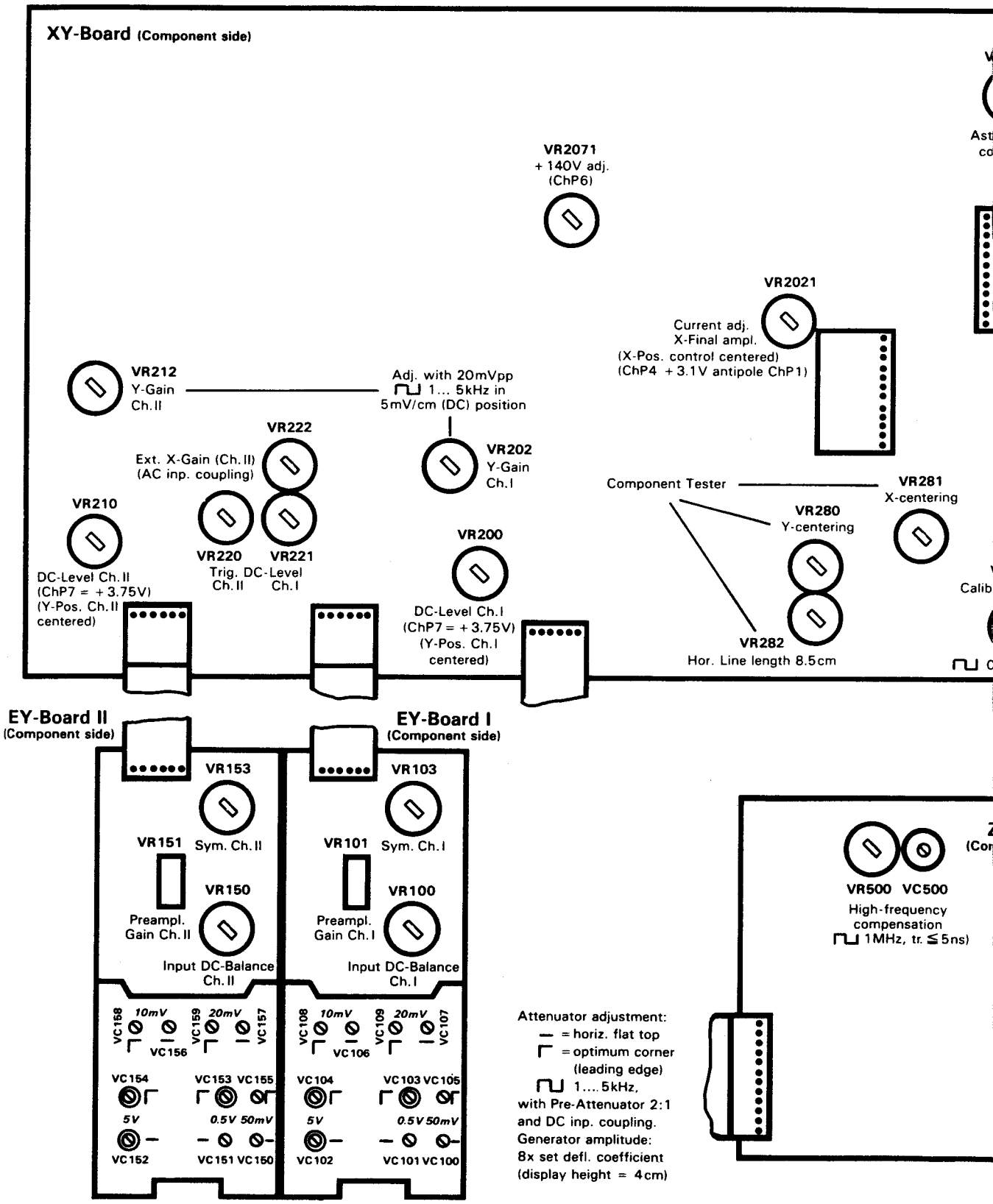
Gain CH. I: If necessary, adj. **VR101** (in same way as CH. II) for approx. 360mVpp on EY11 (PI-2/1-1). Then adj. **VR202** for 4cm display height on HM203-4 screen.

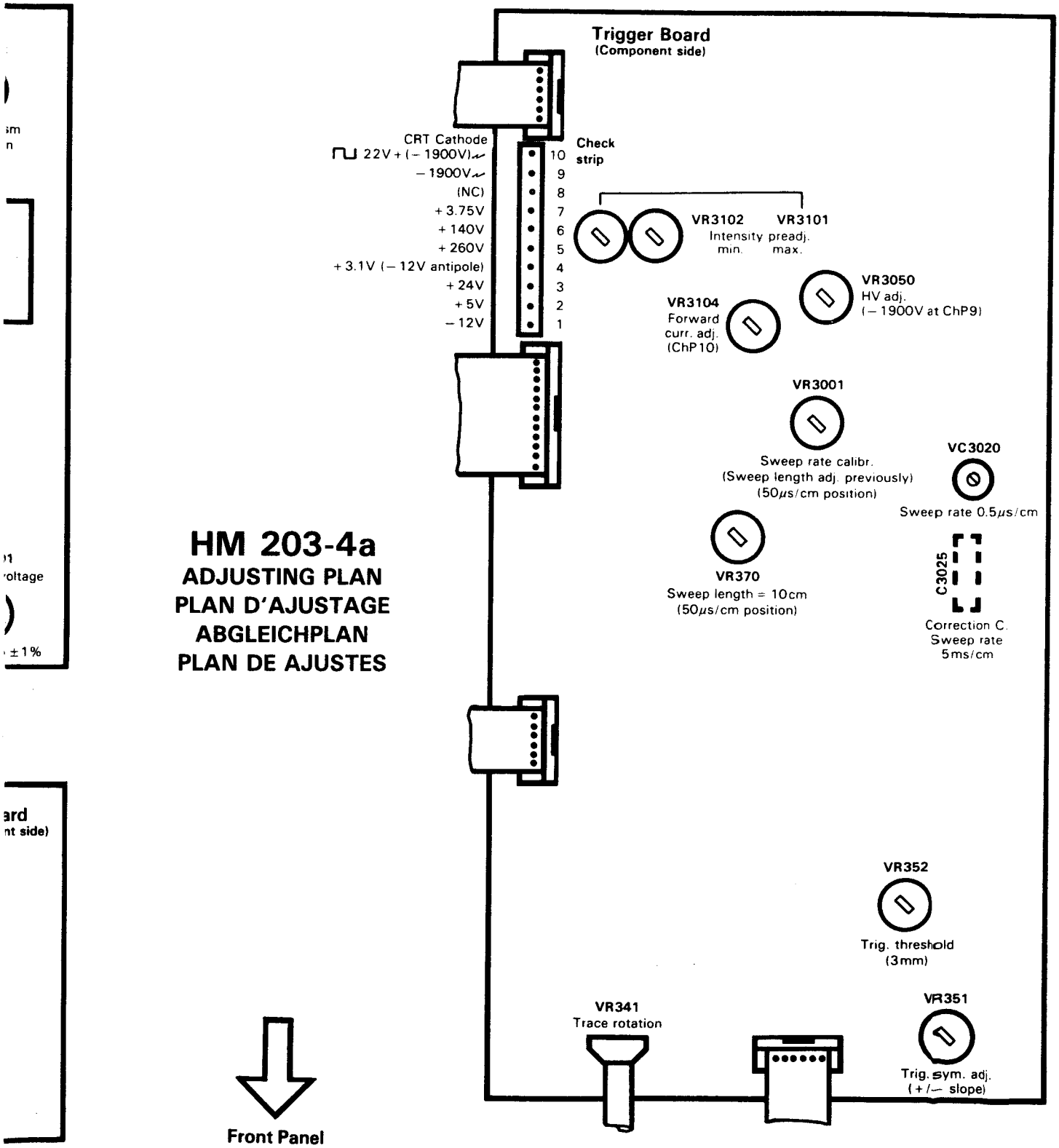
Automatic Triggering: Set **CH. I** attenuator to 10mV/cm, input 30mV 50kHz sine (3cm display height). Set attenuator to 0.1V/cm (3mm display height). Adj. **VR352 (AT/NORM.** button out) for just triggering. Attenuator to 0.2V/cm: No triggering must be possible. Depress **+/—** button, attenuator to 0.1V/cm, adj. **VR351** for same trigger threshold. Repeat triggering adjustments.

Normal Triggering: Depress **AT/NORM.** button, adj. **LEVEL** control. Check normal trigger mode using **LEVEL** control with **+/—** button depressed and released. Check triggering at 20MHz in same way.

DC triggering: TRIGGER SELECTOR to **AC**, depress **AT/NORM.** button, **CH. I** with **DC** input coupling, input signal 50kHz sine 3mm display height (see above Automatic Triggering), adj. **LEVEL** control. Then TRIGGER SELECTOR to **DC**, adj. **VR221**. Repeat this adj. sequence for **CH. II**, adj. **VR220**.

X-Y sensitivity: Depress **CH. I/II - TRIG. I/II** button, set **CH. II** input coupl. to **AC**, attenuator to **5mV/cm**, apply 50kHz sine for 6cm display height. Depress **DUAL**, **ALT/CHOP**, **X-Y** buttons. Now display shows a horizontal and a crossing sloping line. Adj. **X-POS.** and **Y-POS. I** and **II** controls so that the horizontal and the sloping line are centered. Length of horizontal line and (projected) height of sloping line should be 6cm. The point of intersection should be approx. in center of graticule.


XY-Board (Component side)
VR2071
+ 140V adj.
(ChP6)
VR2021
Current adj.
X-Final ampl.
(X-Pos. control centered)
(ChP4 +3.1V antipole ChP1)
VR212
Y-Gain
Ch.II
Adj. with 20mVpp
1... 5kHz in
5mV/cm (DC) position
VR222
Ext. X-Gain (Ch.II)
(AC inp. coupling)
VR202
Y-Gain
Ch.I
VR210
VR220
VR221
Trig. DC-Level
Ch.II
Ch.I
DC-Level Ch.II
(ChP7 = +3.75V)
(Y-Pos. Ch.II
centered)
VR200
DC-Level Ch.I
(ChP7 = +3.75V)
(Y-Pos. Ch.I
centered)
Component Tester
VR281
X-centering
VR280
Y-centering
VR282
Hor. Line length 8.5cm
EY-Board II
(Component side)
EY-Board I
(Component side)
VR153
Sym. Ch.II
VR151
VR150
Preampl.
Gain Ch.II
Input DC-Balance
Ch.II
VR103
Sym. Ch.I
VR101
VR100
Preampl.
Gain Ch.I
Input DC-Balance
Ch.I
VC158
10mV
VC159
20mV
VC157
VC156
VC154
VC153
VC155
5V
0.5V
50mV
VC152
VC151
VC150
VC108
10mV
VC109
20mV
VC107
VC106
VC104
VC103
VC105
5V
0.5V
50mV
VC102
VC101
VC100
VR500
VC500
High-frequency
compensation
1MHz, tr. ≤ 5ns)
Attenuator adjustment:
— = horiz. flat top
⌐ = optimum corner
(leading edge)
1... 5kHz,
with Pre-Attenuator 2:1
and DC inp. coupling.
Generator amplitude:
8x set defl. coefficient
(display height = 4cm)



HM 203-4a

ADJUSTING PLAN
PLAN D'AJUSTAGE
ABGLEICHPLAN
PLAN DE AJUSTES

HAMEG OSCILLOSCOPE HM 203-5

Technische Daten

Betriebsarten

Kanal I, Kanal II, Kanal I und Kanal II,
Kanalumschaltung: alt. u. chop. (ca. 0,5 MHz).
Summe und Differenz: Kanal II ± Kanal I
(mit Invertierungstaste für Kanal I).
XY-Betrieb: gleiche Empfindlichkeitsbereiche.

Vertikal-Verstärker (Y)

Frequenzbereich beider Kanäle:
0 bis 20 MHz (-3dB), 0 bis 28 MHz (-6dB).
Anstiegszeit: 17,5 ns. Überschwingen: max. 1 %.
Ablenkkoeffizienten: 12 calibrierte Stellungen
von 5 mV/cm bis 20 V/cm mit 1-2-5 Teilung,
variabel 1:2,5 bis mindestens **2 mV/cm**.
Genauigkeit der calibrierten Stellungen: ±3 %.
Eingangsimpedanz: 1 MΩ II 30 pF.
Eingangskopplung: DC-AC-GND.
Eingangsspannung: max. 400 V (DC + Spitze AC).

Zeitbasis

Zeitkoeffizienten: 18 calibrierte Stellungen
von 0,5 µs/cm bis 0,2 s/cm mit 1-2-5 Teilung,
variabel 1:2,5 bis mindestens 0,2 µs/cm,
mit **X-Dehnung x10** uncalibriert bis ca. **20 ns/cm**.
Genauigkeit der calibrierten Stellungen: ±3 %.
Triggerung: automatisch oder Normaltriggerung.
Flankenrichtung: positiv oder negativ.
Quellen: K I, K II, Netz, extern.
Kopplung: AC, DC, HF- und NF-Filter.
Triggerschwelle: intern <5 mm, extern 0,6 V.
Triggerbandbreite: 0 bis 40 MHz.

Horizontal-Verstärker (X)

Frequenzbereich: 0 bis 2 MHz (-3dB).
Eingang über K II (siehe Vertikal-Verstärker).
X-Y-Phasendifferenz: <3° unter 120 kHz.

Component-Tester

Testspannung: max. 8,5 V_{eff} (Leerlauf).
Teststrom: max. 24 mA_{eff} (Kurzschluß).
Testfrequenz: 50 bzw. 60 Hz (Netzfrequenz).
Testkabelanschluß: 2 Steckbuchsen 4 mm Ø.
Prüfkreis liegt an Masse (Schutzleiter).

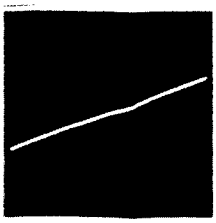
Verschiedenes

Röhre: D14-362 GY/93, **8x10 cm**,
(Nachleuchtröhre GM/93 gegen Aufpreis),
Rechteckform, Innenraster, Schnellheizung.
Beschleunigungsspannung: 2000 V.
Strahldrehung: auf Frontseite einstellbar.
Calibrator: Rechteckgenerator ca. 1 kHz für
Tastkopfabgleich. Ausgang: 0,2 V u. 2 V ±1 %.
Elektronische Regelung der Betriebsspannungen.
Schutzart: Schutzklasse I (VDE 0411).
(Schutzklasse II gegen Aufpreis).
Netzanschluß 110, 125, 220, 240 V~.
Zulässige Netzspannungsschwankung: ±10 %.
Netzfrequenzbereich: 50 bis 60 Hz.
Leistungsaufnahme: ca. 38 Watt.
Gewicht: ca. 7,3 kg. Farbe: techno-braun.
Gehäuse (mm): **B** 285, **H** 145, **T** 380.
Mit verstellbarem Aufstell-Tragegriff.

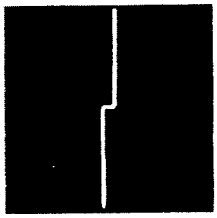
Testbeispiele

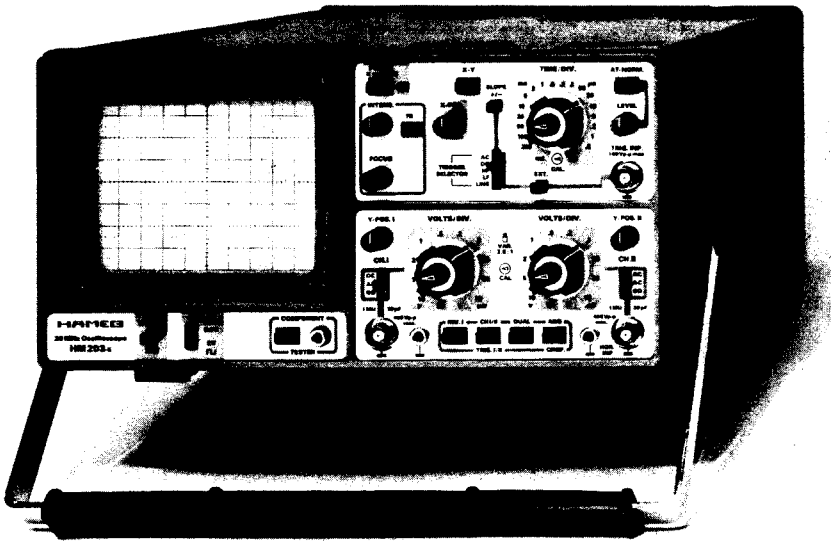
mit dem Component-Tester

Widerstand 510 Ω



2 Dioden antiparallel





20 MHz Standard-Oszilloskop

Y: 2 Kanäle, 0-20 MHz, max. Empfindlichkeit 2 mV/cm;
X: 0,2 s-20 ns/cm inkl. Dehnung x10;
Triggerung bis 40 MHz, Component-Tester.

Dieses in den letzten Jahren **in Europa meistverkaufte Oszilloskop** entspricht in jeder Hinsicht der Forderung nach guter Leistung, verbunden mit einfacher Bedienbarkeit. Außer normalen Signalspannungen ist auch die Darstellung der **Summe oder Differenz** zweier Signale sowie **XY-Betrieb** möglich. Beide Vertikalverstärker des **HM 203** besitzen **Feineinsteller** und haben bei voller Bandbreite eine Empfindlichkeit von **max. 2 mV/cm**. Die Triggermöglichkeiten sind relativ umfangreich. Außer Netz- und TV-Triggerung ist auch **HF-** und **Gleichspannungstriggerung** möglich. Ab 5 mm Signalhöhe arbeitet die Triggerung bis über **40 MHz** noch einwandfrei. Mit Pegeleinstellung von Hand sind auch komplizierte Signale triggerbar. Die max. Auflösung in horizontaler Richtung wurde inkl. 10facher Dehnung auf **20 ns/cm** erhöht. Das **8x10 cm** große Innenraster der verwendeten Strahlröhre gestattet eine **parallaxfreie Betrachtung** des Schirmbildes auch aus seitlicher Sicht. Die horizontale Strahllage ist zur Kompensation erdmagnetischer Felder von außen einstellbar.

Besonders für den Service wurde der HM 203-5 ebenfalls mit dem bewährten **Component-Tester** ausgestattet. Dieser ermöglicht unter anderem den **Test von Halbleitern** direkt in der Schaltung. Test-Spannung und -Strom sind so bemessen, daß normale Halbleiter oder andere Bauteile dabei nicht zerstört werden können. Das Testergebnis wird auf dem Schirm dargestellt.

Der HM 203 wurde für allgemeine **Anwendungen in Industrie und Service** entwickelt. Die Vielzahl seiner Betriebsarten, die klare Gliederung der drei Frontplatten und die einfache Bedienung empfehlen ihn auch für die **Ausbildung von Ingenieuren und Technikern**.

Lieferbares Zubehör

Tastköpfe 1:1, 10:1, 10:1 (HF), 100:1, 1:1/10:1; Demodulator-Tastkopf; Meßkabel BNC-BNC u. Banane-BNC; 50 Ω-Abschluß; Vierkanal-Umschalter; Lichtschutztubus; Tragetasche.